LIGERO COMO UNA NUBE

"Ligero como una nube" se trata de un trabajo cuyo objetivo principal es dar una llamada de atención a la tipología de edificación en altura. . ¿Es verdad que ya se ha alcanzado la meta de esta tipología edificatoria? Para mí no. Por lo que planteo mi trabajo haciendo una llamada a continuar conquistando la altura.

El trabajo parte de cómo conseguir diseñar un edificio cuya estructura sea más ligera que otra actualmente utilizada. Para ello se pretende proyectar un edificio de dimensiones en planta similares al Burj Khalifa y misma altura pero con una estructura más ligera. Tanto técnicamente como visualmente. Para ello se parte del concepto de nube estudiado por el arquitecto japonés Junya Ishigami. ¿Qué hay más ligero que una nube? ¿Cómo es una nube? ¿Se pueden extrapolar sus caracterís ticas a una estructura? Sí.

Con lo que el trabajo es un recorrido donde se ensaya en la estructura la idea de nube, y donde se estudian las condiciones de contorno en función del viento. Para que la forma escogida sea la más óptima para que el edificio sufra lo mínimo posible.

¿Y una estructura aparentemente aleatoria es compatible con los usos cotidianos? Sí, incluso puede plantear una serie de cambios que se adapten más a la vida que hoy en día vivimos. Un factor no impide lo otro. Un uso racional es posible de implementar con la nueva tipología planteada.

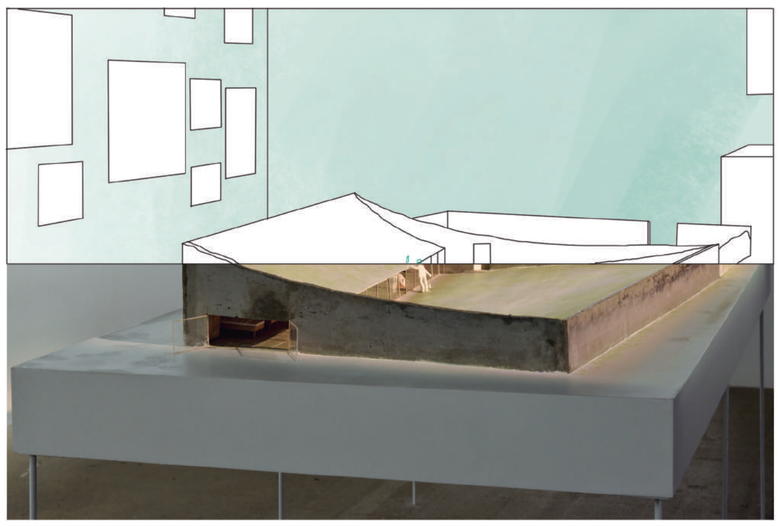
Con lo que en resumen, el trabajo plantea una nueva tipología en altura ligera con una nube. Cuyo diseño es capaz de plantear una serie de situaciones compatibles con la vida de hoy en día vivimos.

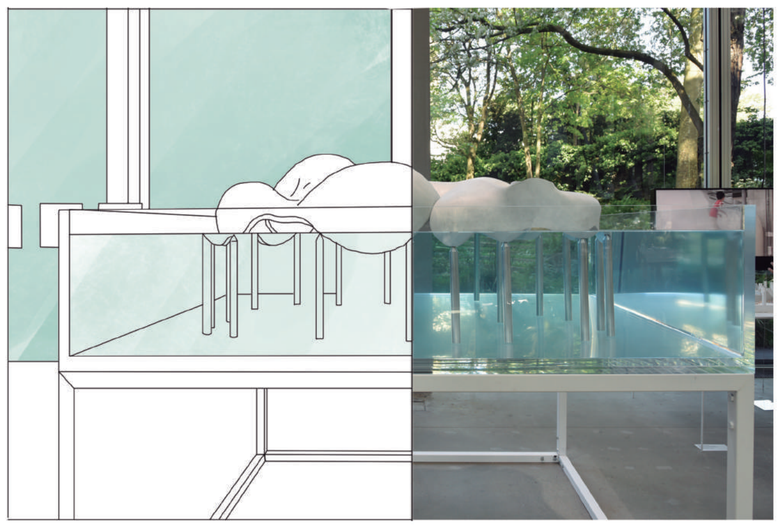
Ana Sanchis Signes

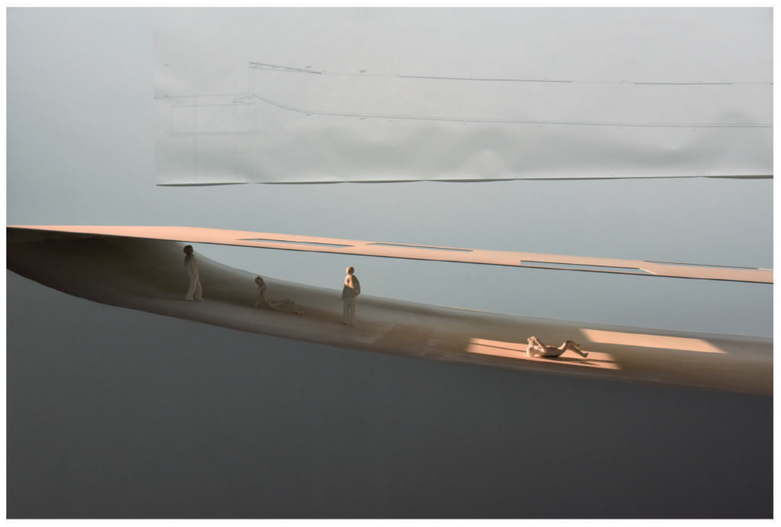
JUNYA ISHIGAMI

FREEING ARCHITEVTURE

El origen de este trabajo parte de un intereés por el desarrollo a lo largo de la historia de la edficiacion en altura, y por la obra de Junya Ishigami, un arquitecto que se pregunta: ¿puede ser la arquitectura invisible? Arquitectura como una nube, como un horizonte, como un bosque, como un paisaje, como el agua. ¿Es posible cruzar esos 2 caminos? Llevar la ligereza a la altura, experimentar con la estructura para que forme parte de la arquitectura siendo la protagonista de mi obra

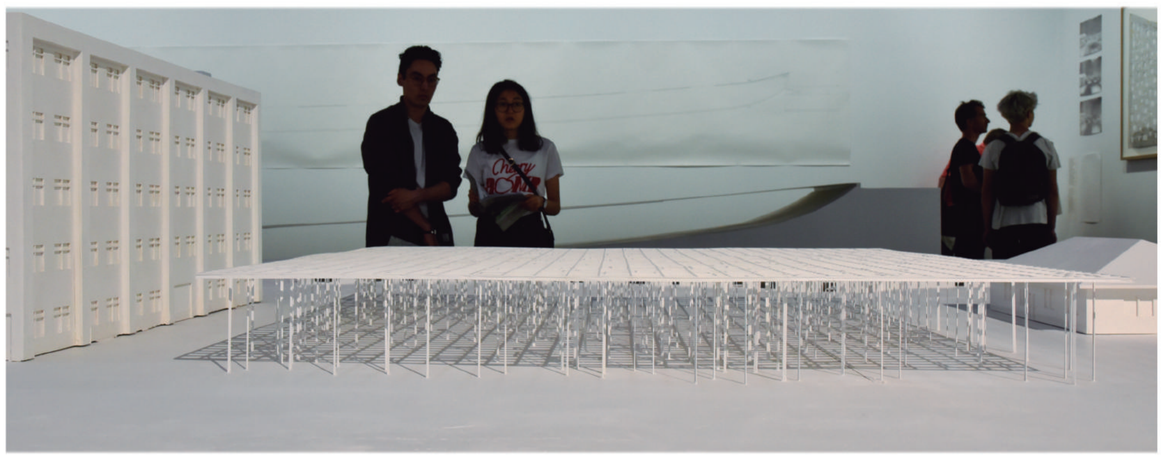


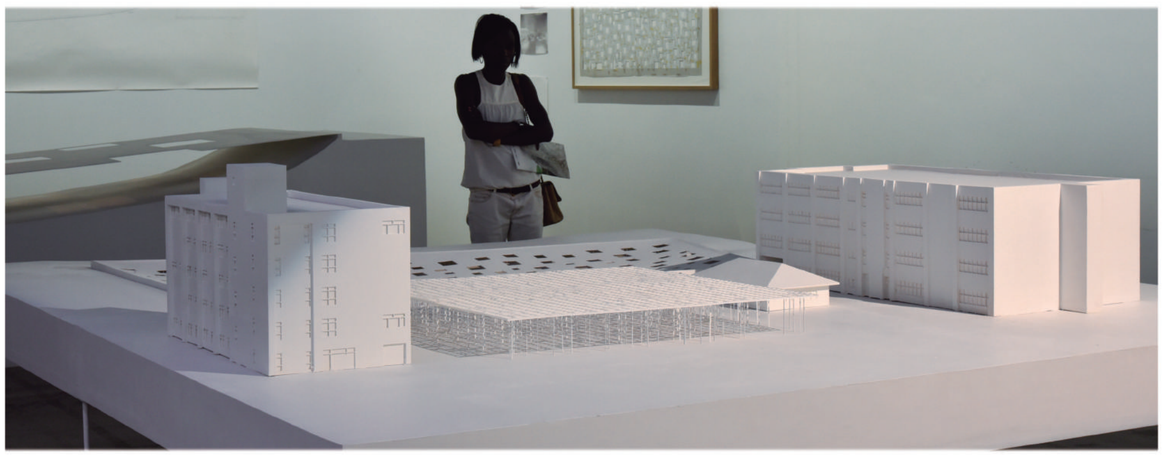


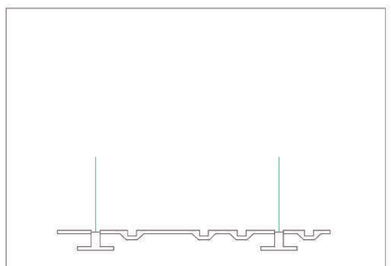


EL KAIT

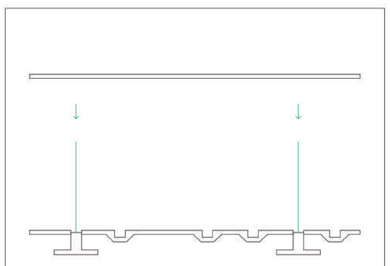
Partiremos de la obra del KAIT de Ishigami y el modo en que se plantea su estructura para poder aligerar el canto de cubierta a partir de : la tracción de los soportes, aumentar densidad y disminuir la sección



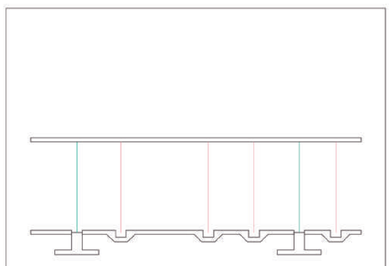




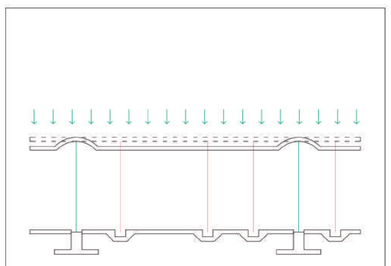
Colocación de soportes a compresión



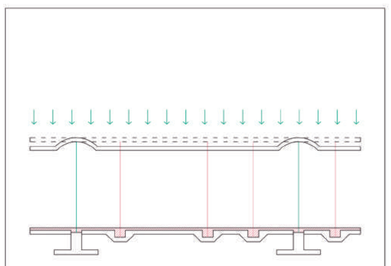
Colocación de la cubierta sobre los soportes a compresión



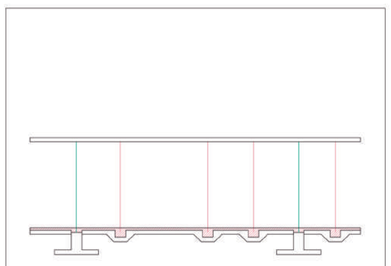
Colocación de soportes a tracción uniendo solo sus cabezas



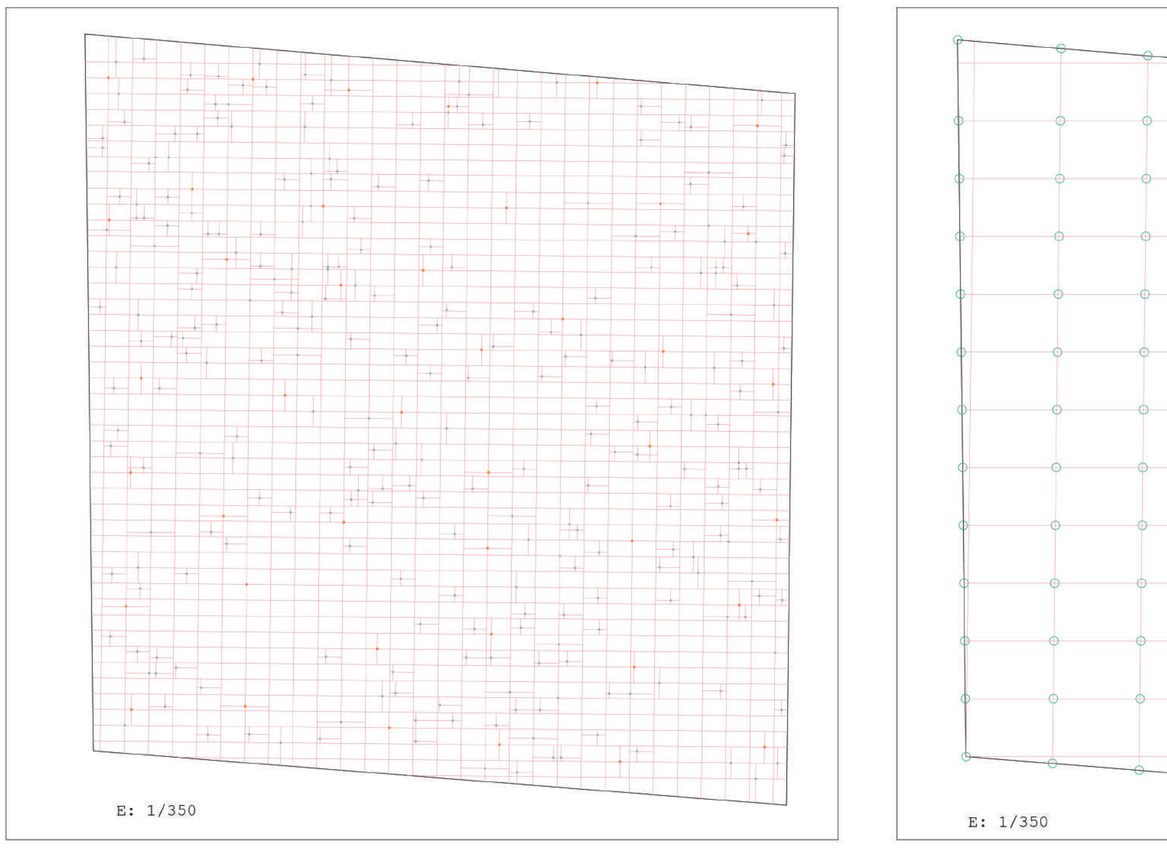
Colocación de la sobrecarga

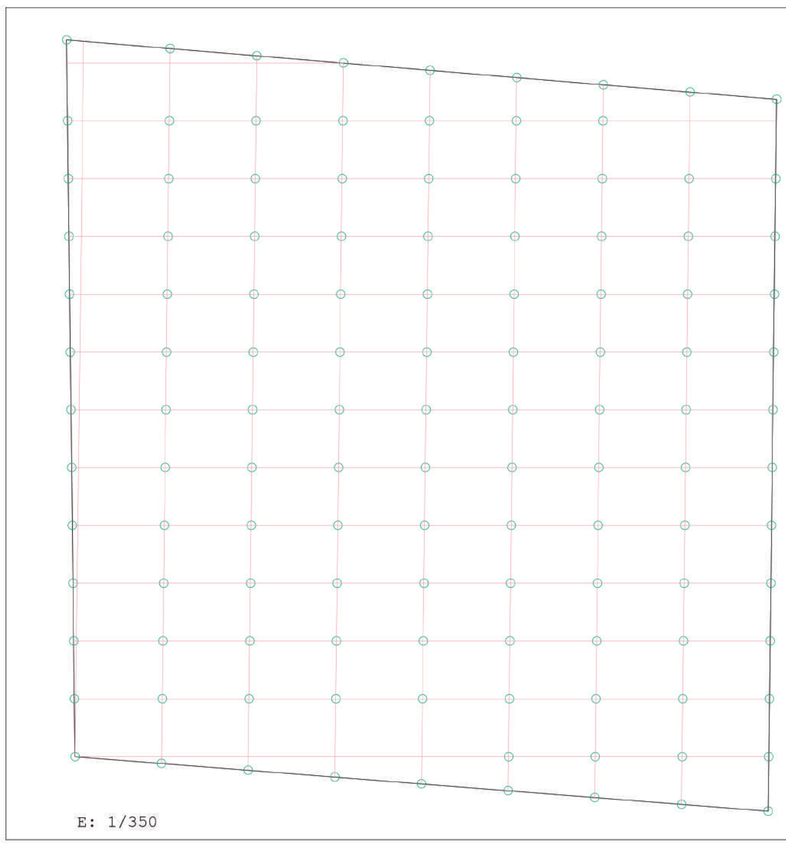


Hormigonado de la losa de cimentación y unión de los pies de los tirantes



Quitar la sobrecarga, y postensado de la estructura





ANÁLISIS INICIAL

El objetivo del trabajo será el de conseguir diseñar una estructura en altura lo más ligera posible. Una nueva tipología fuera de lo tradicional dentro de este campo arquitectónico. Por lo que se parte de la obra del KAIT la cual trabaja con perfiles de sección pequeña y gran esbeltez. ¿Hace ello que la estructura sea más liviana? ¿Se consigue con ello aligerar la obra o tan solo desmaterializar la arquitectura?

Para ello se planteó una estructura de pórticos equidistantes cada 7 metros cubriendo toda la superficie. Se sometió a las mismas cargas que la estructura actual. Consiguiendo como resultados los siguientes datos:

ESTADO ACTUAL
NIVEL VERTICAL
Número de soportes: 305 = 42 (pilar) + 263 (tirante)
Dimensiones soportes:
- Tracción: más ancho 160 * 22 mm
- Compresión: más ancho 62 x 90 mm

Peso nivel vertical: 7 (pilar) + 32,70 (tirantes) = 39,70 tn
Peso nivel horizontal:
- IPE de máximo canto utilizado: IPE 200
- Peso nivel horizontal: 3,24 tn

ESTADO PLANTEADO
NIVEL VERTICAL
Número de soportes: 117= HEB 120
Peso nivel vertical: 26,70 Kg/m *5m) * 117 pilares = 15.619,50 Kg = 15,69 tn
Peso nivel horizontal:
- IPE de máximo canto utilizado: IPE 500
- Peso nivel horizontal: 4,98 tn

Se consigue aligerar la cubierta y reducir su canto, pese a que la falta de arrisotramiento aumente la necesidad de tirantes y con ello el peso total

TAN LIGERO COMO UNA NUBE

¿Cómo es una nube? Se trata de una pregunta que se hizo el arquitecto Ishigami a la hora de plantear su arquitectura. La nube es algo ligero, que flota en el cielo, que se mueve, qeu cambia de forma, que aparece y desaparece, que cambia de color... ¿Que pasaría si la arquitectura fuera así? ¿Cómo se construiría una nube? ¿Es posible hacer un edficio en altura ligero como una nube? ¿Qué condiciones habría que imponerle? En este trabajo se pretende construir una nube. Llevar el concepto y análisis abstracto a una arquitectura real y construida. Un nuevo diseño de los edficios en altura que permitan reducir el peso estructural al mínimo posible.

¿CÓMO ES UNA NUBE?
GRAFIAR EL CONCEPTO

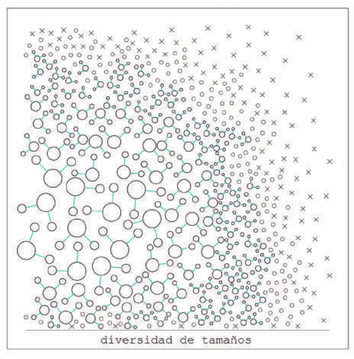
DIFERENCIA DE DENSIDADES

Una nube es un cuerpo heterogéneo. Una masa con diversas zonas donde en función de su densidad aparecerán de un modo u otro. No se rige por un orden, si no que funciona según las condiciones exteriores.

¿por qué flotan las nubes?

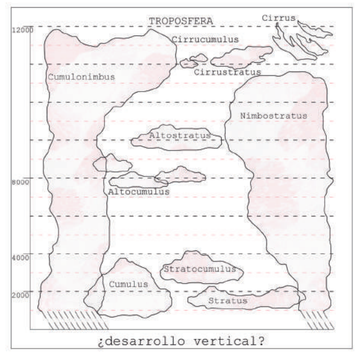
UNIÓN

La nube está compuesta por agua, aire y diversos gases que se concetran en la atmósfera. Diversidad de tamaños y de conexiones es lo que forma el cuerpo que nosotros vemos. Una masa densa formada por la unión de micro-partículas.


diversidad de tamaños

FLOTABILIDAD

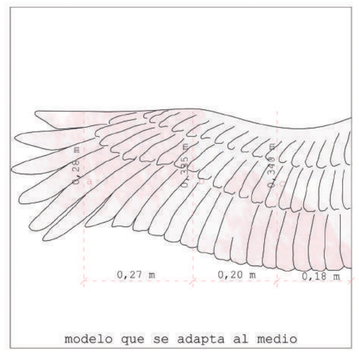
Desde la superficie terrestre no se aprecia, pero las nubes no son cuerpos planos que se quedan en la tropsofera. Se trata de desarrollos verticales que flotan en el cielo debido a su ligereza. La cual es inferior al rozamiento.



¿desarrollo vertical?

LIGEREZA

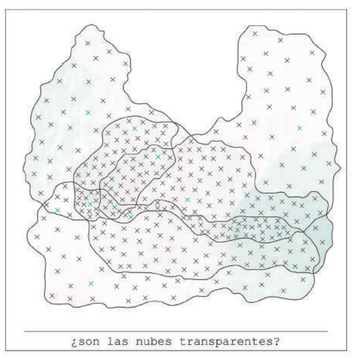
Existen cuerpos capaces de adaptarse a las condiciones de constorno y flotar tan ligero como una nube. ¿Cómo funcional las alas de un ave? ¿Qué proporciones guarda? La imagen exacta de un pájaro sostenido en el aire.



modelo que se adapta al medio

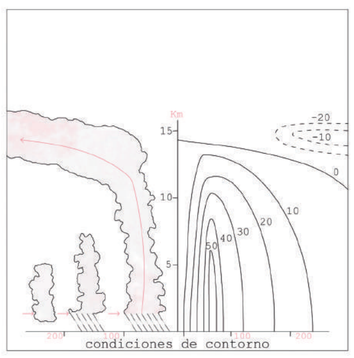
DESENFOQUE

La nube como tal no tiene una forma definida. Es un ser cambiate cuyo límite varía en función de lo próximo que estemos de ella. No se trata de líneas definidas si no de una forma desenfocada y cambiante.


¿son las nubes transparentes?

MATERIA

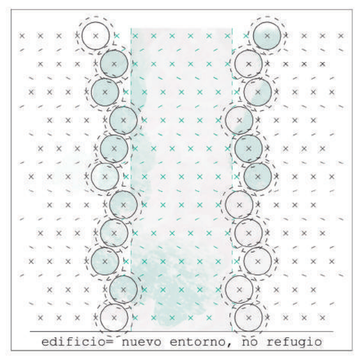
La nube no es un cuerpo que se superpone en la atmosfera. Es un conjunto de materia que se adapta a las condiciones de constorno y trabaja según su composición. Trabajar según la composición y el material es ser una nube.



condiciones de contorno

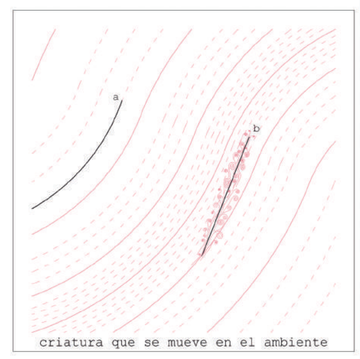
TRANSPARENCIA

¿Tan ligero como una nube? Y, ¿la transparencia? ¿Una nube es transparente? Si, en función de la cantidad de materia. Hay veces que las moléculas de agua están en el aire y no se ven. Otras sí. Se trata de un juego de transparencia.


edificio= nuevo entorno, no refugio

CONDICIÓN DE CONTORNO

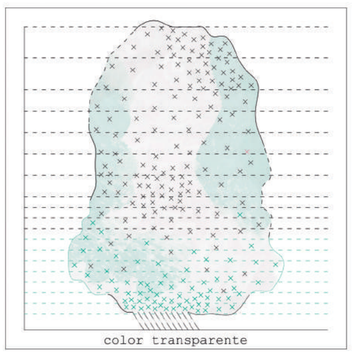
La geometría de un cuerpo influye en la reacción que va a tener el entorno co él. Puedes adaptarte como una nube o actuar como un refugio o una barrera que se opone a aquelo que encuentra. Teniendo ello consecuencia.



criatura que se mueve en el ambiente

HETEROGENEIDAD

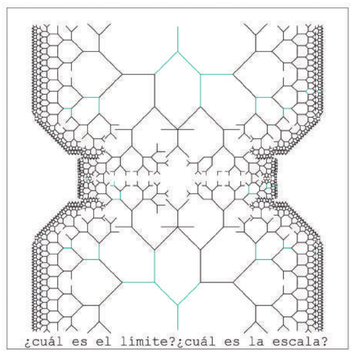
Desde el punto de vista físico una nube es difícil de describir. La condicón cambiante, de movimento y transparente es algo que está presente. Un aspecto que permite el paso de la luz a través de ello. ¿Puede imitarse?

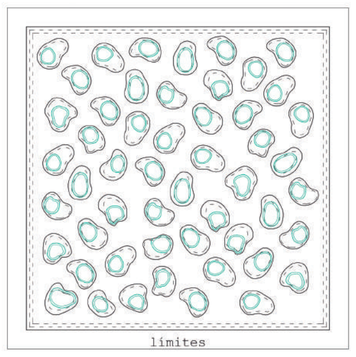

color transparente

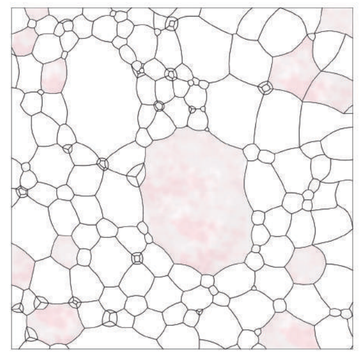
LA NUBE

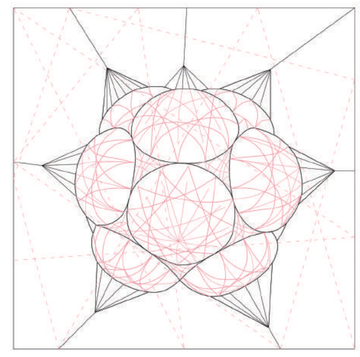
¿Es posible encontrar en el concepto de nube diferentes estructuras? ¿Es posible traspasar éstas mismas a la arquitectura?

Muchos arquitectos han trabajado con esta idea ¿qué pasa si se traslada todo a las alturas?


¿cuál es el límite?¿cuál es la escala?

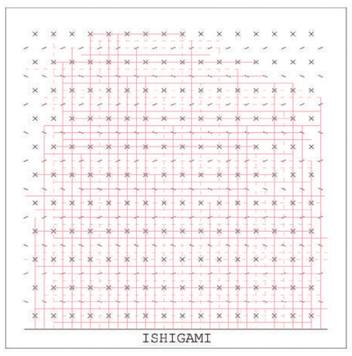

límites

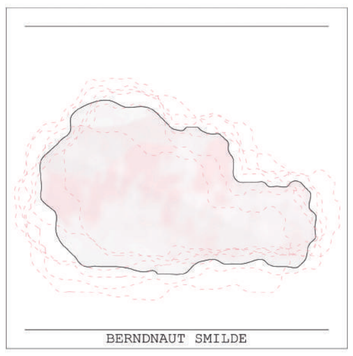


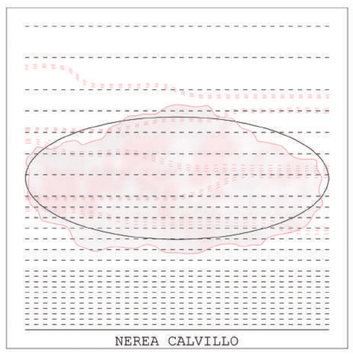


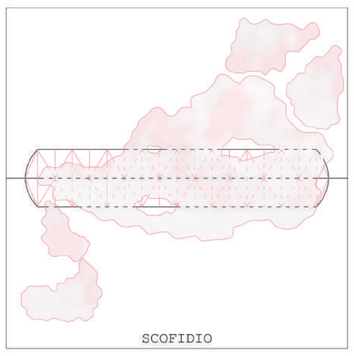
LA NUBE PARA OTROS ARQUITETOS

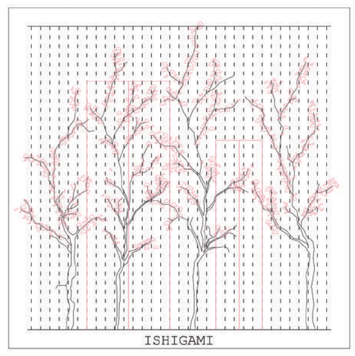
en la arquitectura se ha partidod el conecpto de nube desde diferentes puntos de vista ligereza, flotabilidad, desenfoque, sensaciones, visibilidad, estructuras, acabados, colores, experiencias, sonidos, estilos de vida,
...

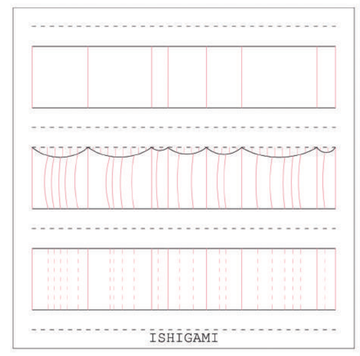

ISHIGAMI


BERNDNAUT SMILDE


NEREA CALVILLO


SCOFIDIO

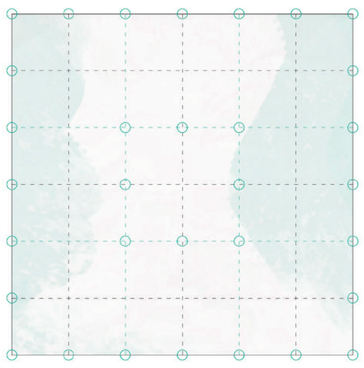

ISHIGAMI

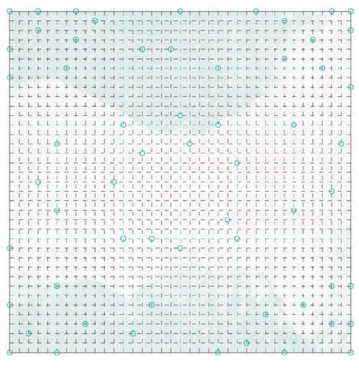

ISHIGAMI

¿CÓMO SE MATERIALIZA UNA NUBE?
DEL CONCEPTO A LA ARQUITECTURA

DIFERENCIA DE DENSIDADES

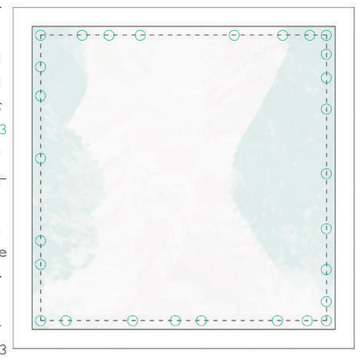
La diferencia de densidad implica una racionalidad imperceptible. Las estructuras tienden a regirse por una cuadrícula equidistante en los ejes x-y. Pero, ¿es un orden impuesto? ¿puede variarse? Si, alterando el orden racional. Se pretende ensayar 2 modelos de madera y 1 planta. Someterlos a la misma carga donde en uno hayan n pilares de cierta sección, y en otro 2n-1 con la mitad de sección. Bajando el peso se iguala la resistencia?

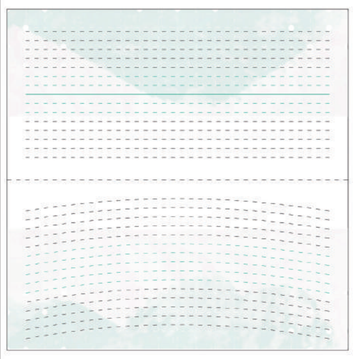


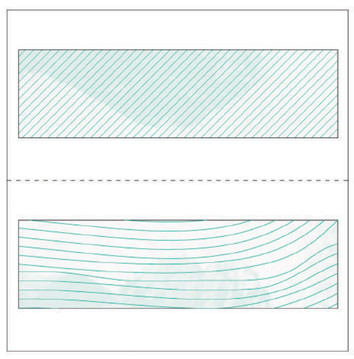


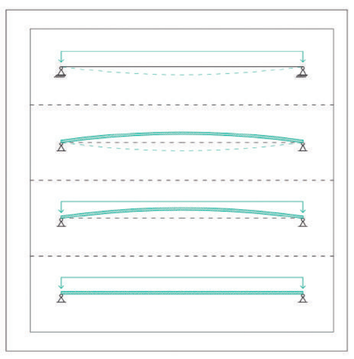
FLOTABILIDAD

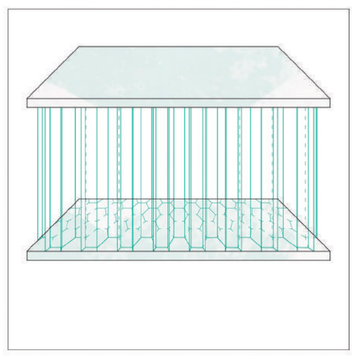
En arquitectura la sensación de ingravidez se consigue por ejemplo alejando los pilares del frente de forjado. Dando la sensación de que los forjados "levitan". Para flotar como una nube, se pretende ensayar 3 modelos: uno con n pilares de sección x*y alineados; otro con n pilares de sección x*y al tresbolillo. Comparando si la resistencia varía. Como paso siguiente a este ensayo se verá otro modelo con las mismas dimesniones y sometido a la misma carga con 2n-1 pilares de dimensiones (x/2)*(y/2) al tres bolillo en 3 hileras.

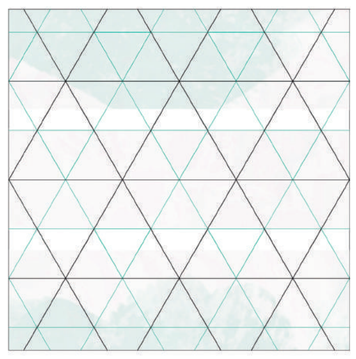


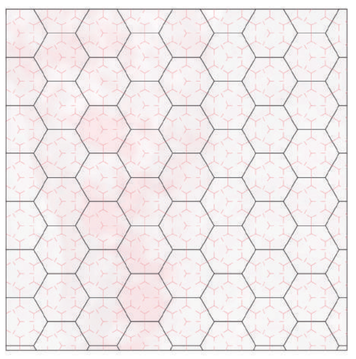












TRANSPARENCIA

Aligerar y adquirir trasparencia. Destruir el forjado de hormigón armado. Romper con la masa opaca. Crear una nube. Se proponen 3 líneas y 4 modelos.

01_ Trabajar por suma de capas: 1 modelo

02_Trabajar con la deformada: como la mesa de Ishigami: 1 modelo.

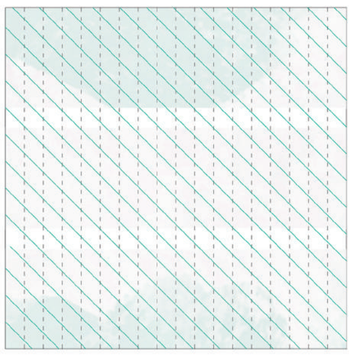
03_ Trabajar el forjado como un panel sandwich: crear una estructura encerrada + capas de compresión

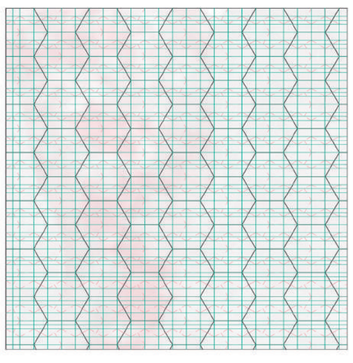
DESENFOQUE

Mientras que en el modelo 1 se ensaya si con el orden se puede rebajar el peso, aquí se trata de ver cómo puede ser ese orden. Romper la cuadrícula para desenfocar 2 modelos:

01_ Girar la cuadrícula de modo que los pórticos trabajen en la dirección del viento.

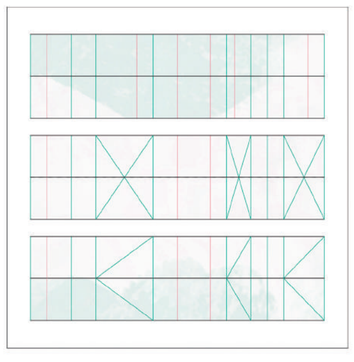
02_Partir de la estructura del forjado para conseguir una cuadrícula imperceptible.





UNIÓN

Las cargas horizontales en los edficios en altura son las más desfavorables. Con lo que una solución puede ser trabajar con tirantes y tracción. Pero el arriostramiento es el que mejor trabaja. Por lo que 3 modelos: 1 sólo con tirantes, otro con cruces de San Andrés y otro con grandes K que engloban plantas.¿Se puede rebajar el peso con la unión?



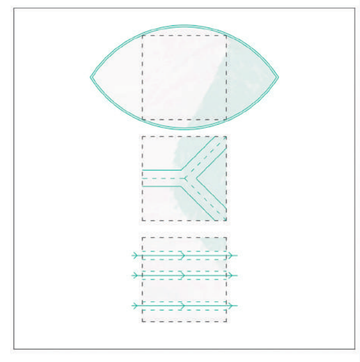
CONDICIÓN DE CONTORNO

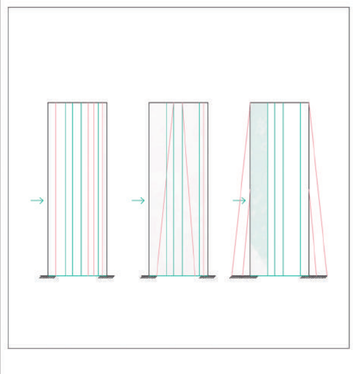
¿Por qué el edficio ha de ser un refugio? Como una barrera que se opone al viento. Si se diseña desde ese punto de vista la estructura sufrirá más: 3 modelos:

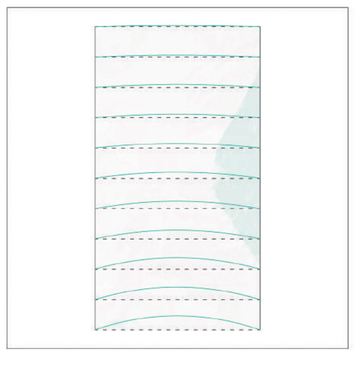
01_Crear una carcasa aerodinámica que disipe el viento,

02_ Una simplificación del caso 01 que reduce el peso.

03_ Engañar al viento. No crear una barrera que se oponga a el y genere ciclones en la fachada opuesta. Dejar en ciertos puntos que el viento atravieses.







LIGEREZA

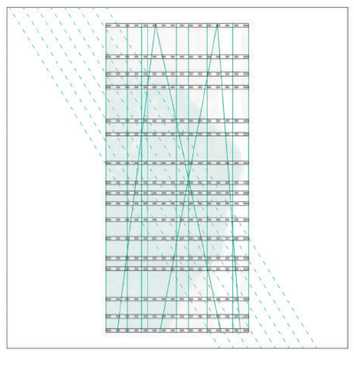
Buscar la misma apariencia que una nube. Que flota en el aire frágil, ligera y delicada. ¿Cómo conseguir que un edificio que pesa 500.000 toneladas parezca que flote? Christian Kerez en sus torres decidió inclinar los soportes verticales para responder mejor al viento: 3 modelos:

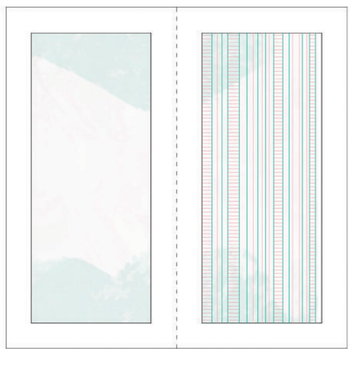
01_ Sin ninguna componente inclinada para poder valorar su efecto

02_ Con los soportes a compresión inclinadas en el interior para contrarestrar

03_ Pasar las inclinadas al exterior como si el edficio estuviera flotando o levitando.

Comparando en ambos casos resistencia a viento y peso de la estructura.





HETEROGENEIDAD

A medida que vayan tomandose decisiones con respecto a la estructura, habrá que dar un paso más allá. Buscar la nube.¿Cómo se construye una nube? 2 modelos:

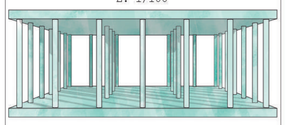
01_ Primero crear una caja completamente transparente, a modo base. Que encierre el espacio sin actuar de refugio. Conectándolo visualmente. Ver sus entrañas.

02_ Por otra parte buscar la armonía en la heterogeneidad. Poner un color a cada una de las partes que forman la nube. Ver si actuar por contraste, o suavizar todoss los elementos en una misma apariencia.

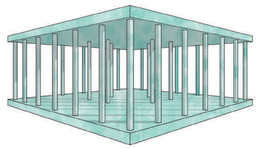
CRONOGRAMA: INICIO DEL PROYECTO
DEL CONCEPTO A LA ARQUITECTURA_DE LA NUBE A LA ALTURA

los conceptos están claros, toca investigar, experimentar y diseñar
tan ligero como una nube

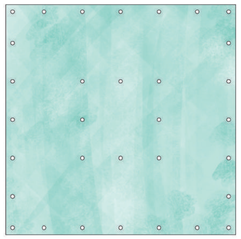
MODELO 1A
estructura: tubo en tubo
32 soportes
interior: 8 soportes
exterior: 24 soportes
luz máxima: 14 m
E: 1/100



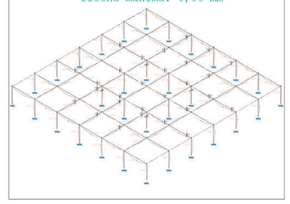
MODELO 1A
estructura: tubo en tubo
32 soportes
perfiles cubierta: IPE
perfiles soporte: HEB
canto máximo:
E: 1/100



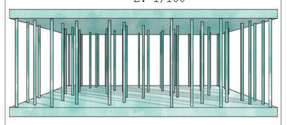
MODELO 1A



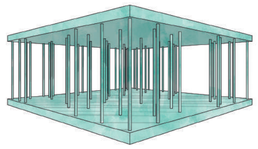
MODELO 1A
disposición: tubo en tubo:
carga: permanente 0,723 tn +
uso 0,22 tn + viento
flecha máxima: 6,66 mm



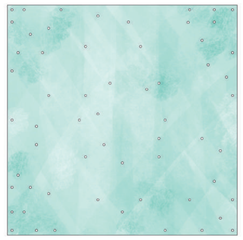
MODELO 1B
estructura: desorden aparente
32 soportes
repartidos entre el
interior y exterior
luz máxima: 10 m
E: 1/100



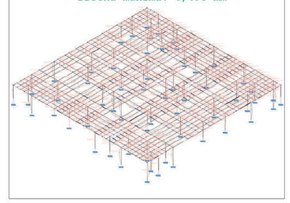
MODELO 1B
estructura: desorden aparente
61 soportes
perfiles cubierta: IPE
perfiles soporte: HEB
canto máximo:
E: 1/100



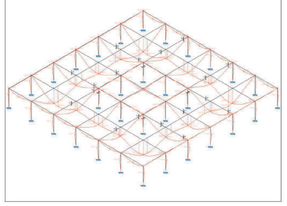
MODELO 1B



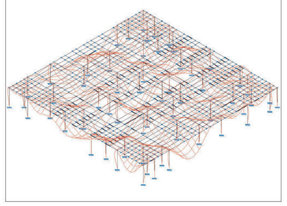
MODELO 1B
disposición: desorden aparente
carga: permanente 0,723 tn +
uso 0,22 tn + viento
flecha máxima: 6,495 mm



DEFORMADA 1A
máxima deformada: espacio intermedio
entre
el tubo interior y el exterior



DEFORMADA 1B
máxima deformada: en el tresbolillo
del tubo exterior con luces de 10
metros



MODELO 1A
se analiza no romper la dirección vertical y utilizar la densidad y la tracción como medio para combatir las cargas horizontales.

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 4,378 m
pórtico presión:máximo desplazamiento: 3,207 mm
pórtico succión:máximo desplazamiento: 4,378 mm

NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 300

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 450

MODELO 1B
se analiza no romper la dirección vertical y utilizar la densidad y la tracción como medio para combatir las cargas horizontales.

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 44,390 m
pórtico presión:máximo desplazamiento: 41,216 mm
pórtico succión:máximo desplazamiento: 44,390 mm

NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 220

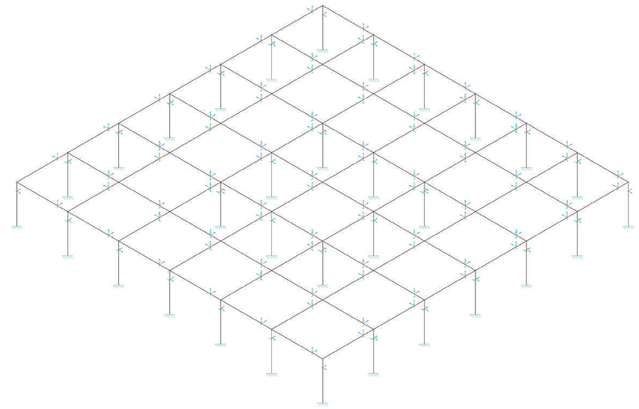
NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 360

MODELO 1A
cargas
G= 7,23 KN/m2
Q= 2,20 KN/m2

NIVEL VERTICAL
medición estructural

perfiles utilizados :
HEB 100: 4 unidades
HEB 140: 2 unidades
HEB 160: 3 unidades
HEB 180: 6 unidades
HEB 200: 2 unidades
HEB 180: 3 unidades
HEB 200: 2 unidades
HEB 260: 1 unidad
HEB 280: 7 unidades
HEB 300: 2 unidades
HEB 400: 2 unidades
HEB 450: 2 unidades

peso total nivel vertical:
7,35 toneladas



MODELO 1A
cargas
G= 7,23 KN/m2
Q= 2,20 KN/m2

NIVEL HORIZONTAL
medición estructural

perfiles utilizados :
IPE 160: 16 metros
IPE 180: 16 metros
IPE 220: 96 metros
IPE 240: 8 metros
IPE 270: 16 metros
IPE 300: 24 metros
IPE 330: 48 metros
IPE 360: 32 metros
IPE 400: 32 metros
IPE 450: 48 metros

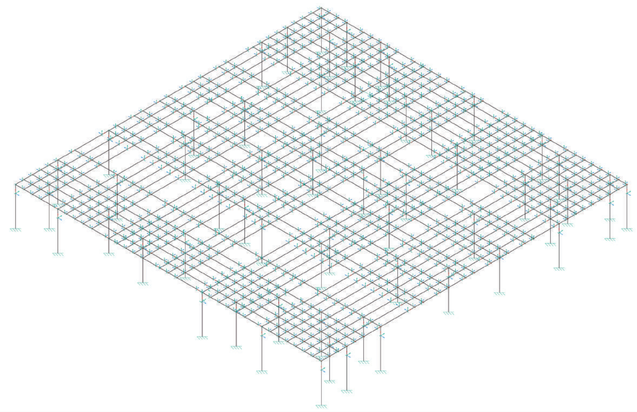
peso total nivel horizontal:
14,93 toneladas

MODELO 1A
cargas
G= 7,23 KN/m2
Q= 2,20 KN/m2

NIVEL VERTICAL
medición estructural

perfiles utilizados :
HEB 100: 13 unidades
HEB 120: 9 unidades
HEB 140: 9 unidades
HEB 160: 6 unidades
HEB 180: 9 unidades
HEB 200: 8 unidades
HEB 220: 3 unidad
HEB 240: 3 unidades

peso total nivel vertical:
7,34 toneladas



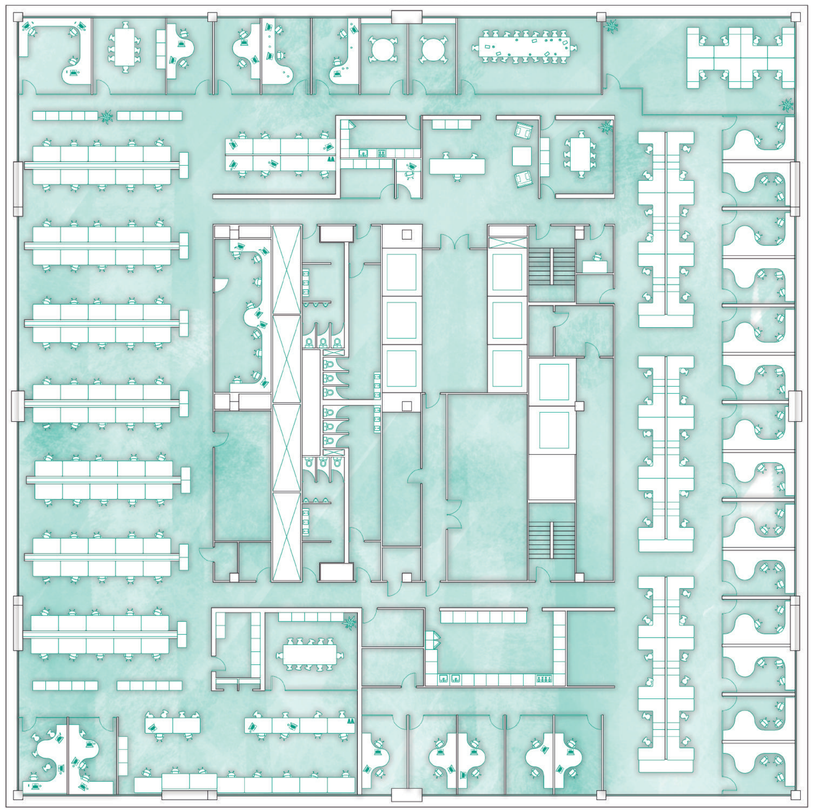
MODELO 1A
cargas
G= 7,23 KN/m2
Q= 2,20 KN/m2

NIVEL HORIZONTAL
medición estructural

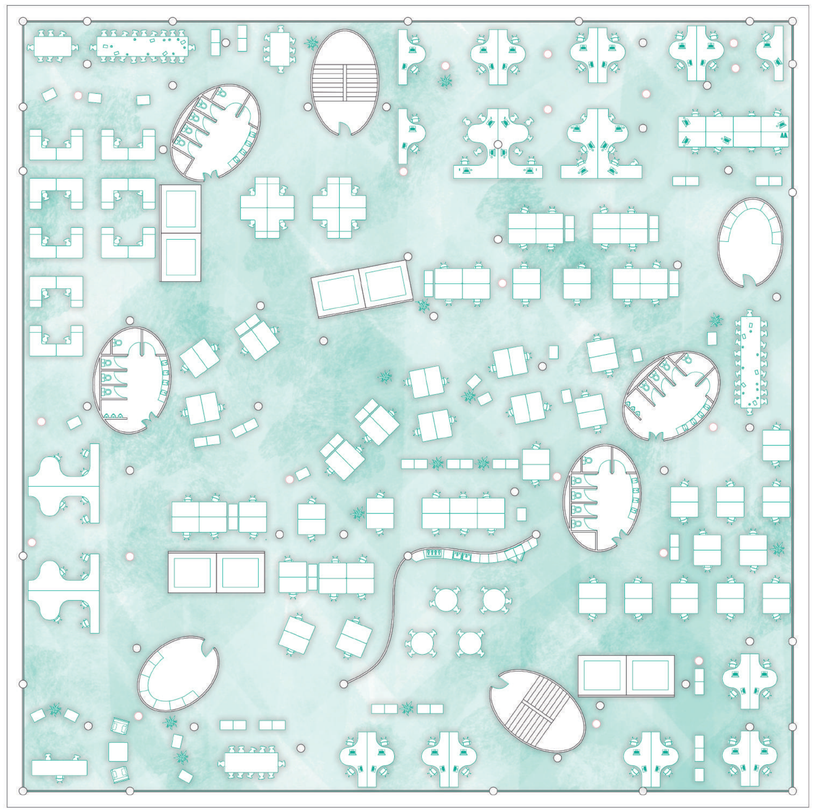
perfiles utilizados :
IPE 80: 493 metros
IPE 100: 263,20 metros
IPE 120: 200,45 metros
IPE 140: 212,70 metros
IPE 160: 85 metros
IPE 180: 42,85 metros
IPE 200: 36,60 metros
IPE 220: 22,73 metros
IPE 240: 14,80 metros
IPE 270: 11,50 metros
IPE 300: 8 metros
IPE 330: 0,60 metros
IPE 360: 1,30 metros

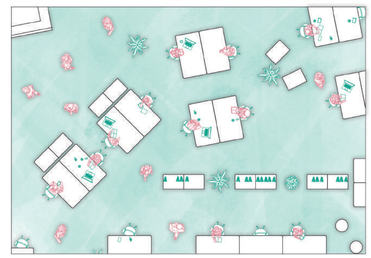
peso total nivel horizontal:
14,75 toneladas

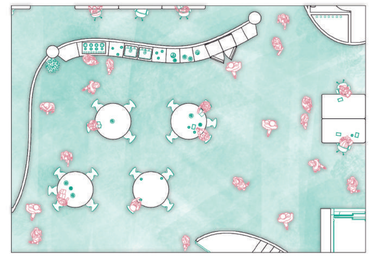
TUBO EN TUBO

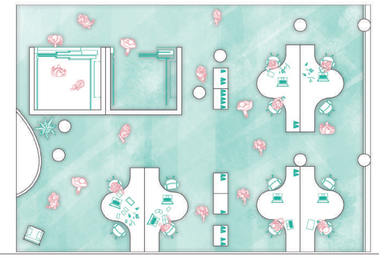


NUEVA TIPOLOGÍA









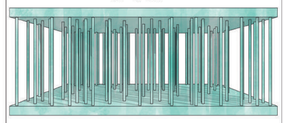
ANÁLISIS: MODELOS ESTRUCTURALES
MODELO 1: DIFERENCIA DE DENSIDADES

ANÁLISIS: MODELOS ESTRUCTURALES

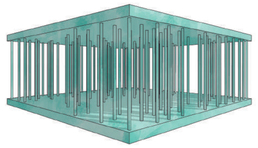
MODELO 2: UNIÓN _ MODELO 3: LIGEREZA (CARGAS HORIZONTALES) _ MODELO 4:DESENFOQUE (MASA INERCIAL)

ENSAYO 2:UNIÓN (MASA INERCIAL)

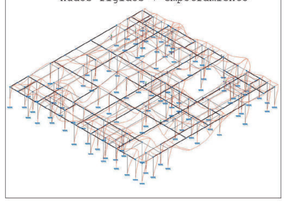
MODELO 2A
sin arriostramiento: uso de tirantes
111 soportes
repartidos mediante
cuadrícula ortogonal
plano horizontal: retícula
E: 1/100



MODELO 2A
estructura
111 soportes verticales
perfiles cubierta: IPE
perfiles soporte: HEB
canto máximo: 450mm
E: 1/100



MODELO 2A
desplome H/500 H/250
111 soportes de 3 m de altura
rigidez: tracción
nudos rígidos + empotramiento



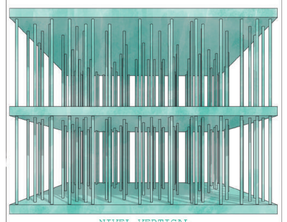
MODELO 2A
se analiza jugar con la densidad de los pilares y con la tracción evitando así arriostrar la estructura frente a cargas horizontales aumentando la cantidad.

DESPLOME
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 23,778 mm
pórtico presión: máximo X: 18,50 mm
pórtico succión:máximo x: 23,778 mm

NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 220
peso total nivel vertical: 6,943 tn

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 450
peso total nivel horizontal: 9,670 tn

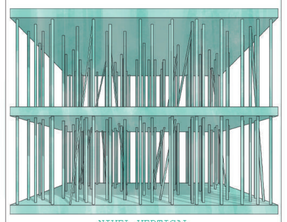
MODELO 3A
medición estructural



NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 5 unidades
HEB 120: 5 unidades
HEB 140: 10 unidades
HEB 160: 14 unidades
HEB 180: 12 unidades
HEB 200: 8 unidades
HEB 220: 6 unidades
HEB 260: 2 unidades
HEB 300: 1 unidad
perfil máximo: HEB 300
peso total nivel vertical: 8,89 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 500
peso total nivel horizontal: 16,56 toneladas

MODELO 3B
medición estructural

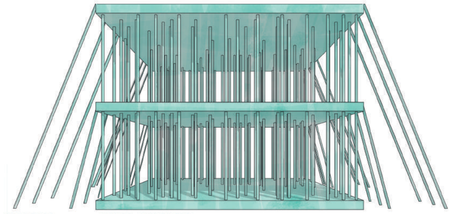


NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 24 unidades
HEB 120: 19 unidades
HEB 140: 10 unidades
HEB 160: 1 unidades
HEB 180: 1 unidad
diagonales:
HEB 100: 7,50 m
HEB 140: 22,30 m
HEB 160:6,62 m

perfil máximo: HEB 180
peso total nivel vertical: 5,718 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 500
peso total nivel horizontal: 11,58 toneladas

MODELO 3C
medición estructural



NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 8 unidades
HEB 120: 21 unidades
HEB 140: 11 unidades
HEB 160: 12 unidades
HEB 180: 1 unidad

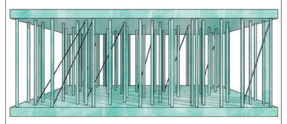
NIVEL VERTICAL
HEB 200: 9 unidades
HEB 220: 3 unidades
HEB 240: 2 unidades
HEB 260: 1 unidad
HEB 300: 1 unidad

diagonales:
HEB 100: 29,68 m
HEB 120: 8,48 m
HEB 140: 8,48 m
perfil máximo: HEB 180
peso total nivel vertical: 5,718 toneladas

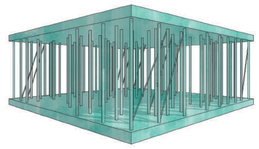
NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 500
peso total nivel horizontal: 11,58 toneladas

INFLUENCIA ÁNGULO TIRANTES
a medida que el ángulo es más obtuso la reacción horizontal es menor. Por ello los tirantes de las pantas altas deberían tener mayor ángulo, ya que hay mayor desplome

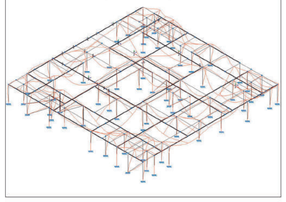
MODELO 2B
arriostramiento K: cada 2 plantas
68 soportes + 9 diagonales
repartidas mediante cuadrícula
impeceptible
plano horizontal: retícula
E: 1/100



MODELO 2B
estructura
68 soportes arriostrados
perfiles cubierta: IPE
perfiles soporte: HEB
canto máximo:
E: 1/100



MODELO 2B
desplome H/500 H/250
68 soportes arriostrados de 3 m
rigidez: diagonal
nudos rígidos + empotramiento



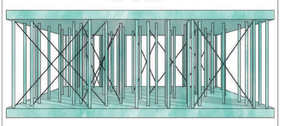
MODELO 2B
se analiza jugar con la densidad de los pilares como con el arriostramiento. Disminuyendo la necesidad de tirantes triangularizando la estructura con diagonales.

DESPLOME
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 13,104 mm
pórtico presión:máximo x : 13,104 mm
pórtico succión:máximo x : 12,235 mm

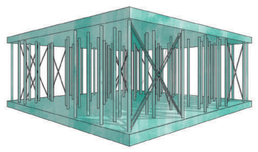
NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 280
peso total nivel vertical: 8,674 tn

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 550
peso total nivel vertical: 18,094 tn

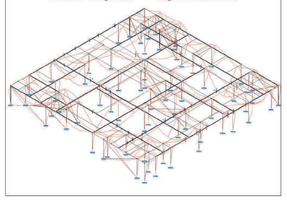
MODELO 2C
arriostramiento X: cada 2 plantas
67 soportes + 10 cruces de San Andrés
repartidas mediante cuadrícula
impeceptible
plano horizontal: retícula
E: 1/100



MODELO 2C
estructura
67 soportes arriostrados
perfiles cubierta: IPE
perfiles soporte: HEB
canto máximo:
E: 1/100



MODELO 2C
desplome
67 soportes arriostrados
rigidez: cruz
nudos rígidos + empotramiento



MODELO 2C
se analiza jugar con la densidad de los pilares como con el arriostramiento. Disminuyendo la necesidad de tirantes triangularizando con cruces de San Andrés.

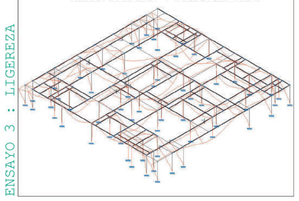
DESPLOME
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 11,995 mm
pórtico presión:máximo x: 11,995 mm
pórtico succión:máximo x: 10,360 mm

NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: 320
peso total nivel vertical: 11,116 tn

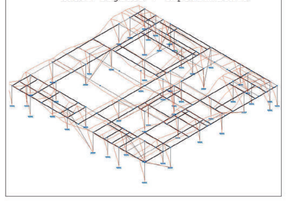
NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 550
peso total nivel horizontal: 21,473 tn

ENSAYO 3 : LIGEREZA

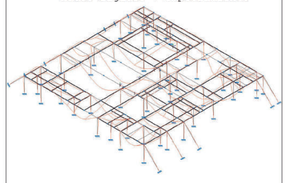
MODELO 3A
desplome
61 soportes
rigidez: tracción
nudos rígidos + empotramiento



MODELO 3B
desplome por carga horizontal
55 soportes + 9 inclinadas
rigidez: ángulo inclinación interno
nudos rígidos + empotramiento



MODELO 3C
desplome
55 soportes + 11 inclinadas
rigidez: inclinación exterior
nudos rígidos + empotramiento



DESPLAZAMIENTOS MODELO

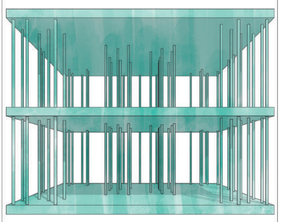
MODELO 3A
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo es: 21,673 m
pórtico presión:máximo x: 16,870 m
pórtico succión:máximo x: 21,637 mm

MODELO 3B
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo es: 11,995 m
pórtico presión:máximo x: 11,995 m
pórtico succión:máximo x: 10,360 mm

MODELO 3C
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo es: 9,770 m
pórtico presión:máximo x: 9,770 m
pórtico succión:máximo x: 8,587 mm

ENSAYO 4:DESENFOQUE_MASA INERCIAL

MODELO 4A
medición estructural

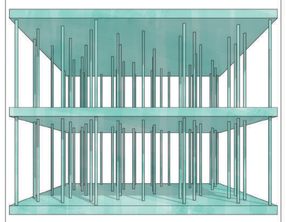


NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 9 unidades
HEB 120: 7 unidades
HEB 140: 4 unidades
HEB 160: 2 unidades
HEB 180: 6 unidades
HEB 200: 8 unidades
HEB 220: 2 unidades
HEB 240: 2 unidades
HEB 260: 2 unidades
HEB 280: 2 unidades
HEB 300: 3 unidades
HEB 320: 1 unidad
HEB 450: 2 unidades

peso : 8,730 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 450
peso: 12,686 toneladas

MODELO 4B
medición estructural

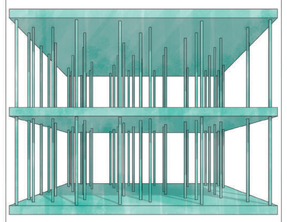


NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 120: 7 unidades
HEB 140: 7 unidades
HEB 160: 13 unidades
HEB 180: 7 unidad
HEB 200: 7 unidades
HEB 220: 3 unidades
HEB 240: 2 unidades
HEB 260: 1 unidad

peso: 5,718 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 600
peso: 15,83 toneladas

MODELO 4C
medición estructural



NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 4 unidades
HEB 120: 6 unidades
HEB 140: 11 unidades
HEB 160: 11 unidades
HEB 180: 4 unidades
HEB 200: 3 unidades
HEB 220: 3 unidades
HEB 240: 5 unidades
HEB 260: 1 unidad

peso: 6,58 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 450
peso: 11,05 toneladas

MODELO 4A
se analiza concentrar la masa estructural en las zonas de máximo esfuerzo: los extremos frente a cargas horizontales y el núcleo interior frente a verticales.

DESPLOME
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 15,657 mm
pórtico presión:máximo x : 4,295 mm
pórtico succión:máximo x : 5,602 mm

NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 280
peso total nivel vertical: 8,674 tn

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 550
peso total nivel vertical: 18,094 tn

MODELO 4B
se analiza a partir de una trama donde los pórticos van en dirección paralela a la dirección del viento. Rompiendo ls ejes x -y tradicional rotando la estructura.

DESPLOME
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 13,104 mm
pórtico presión:máximo x : 13,104 mm
pórtico succión:máximo x : 12,235 mm

NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 280
peso total nivel vertical: 8,674 tn

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 550
peso total nivel vertical: 18,094 tn

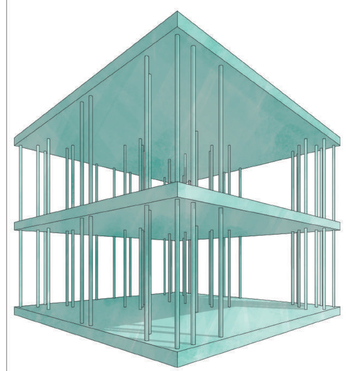
MODELO 4C
se analizano a partir de una trama impuesta for la estructura del nivel horizontala base de hexágonos reforzados que más tarde se analizarán.

DESPLOME
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 7,519 mm
pórtico presión:máximo x : 7,519 mm
pórtico succión:máximo x : 7,189 mm

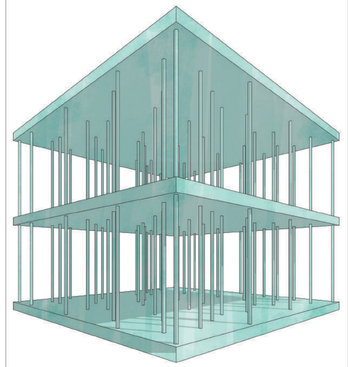
NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
mínimo: HEB 100 máximo: HEB 280
peso total nivel vertical: 8,674 tn

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 550
peso total nivel vertical: 18,094 tn

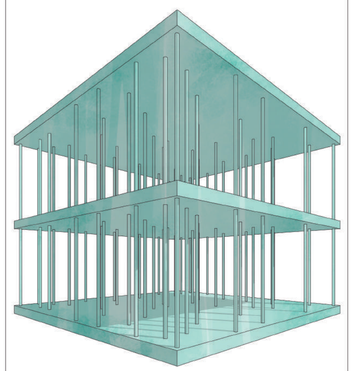
MODELO 4A
análisis visual



MODELO 4B
análisis visual

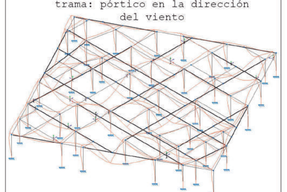


MODELO 4C
análisis visual

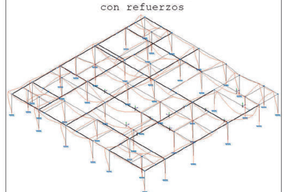


MODELO 4A
deformada - desplazamientos
47 soportes
trama: en abse a la masa inercial
zonas de máximos esfuerzos

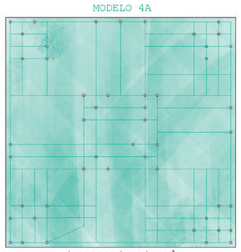
MODELO 4B
deformada - desplazamientos
47 soportes
trama: pórtico en la dirección del viento



MODELO 4C
deformada - desplazamientos
47 soportes
trama: forjado hexagonal con refuerzos

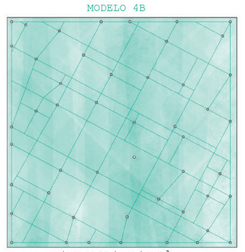


MODELO 4A



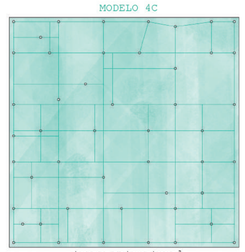
trama estructural

MODELO 4B



trama estructural

MODELO 4C

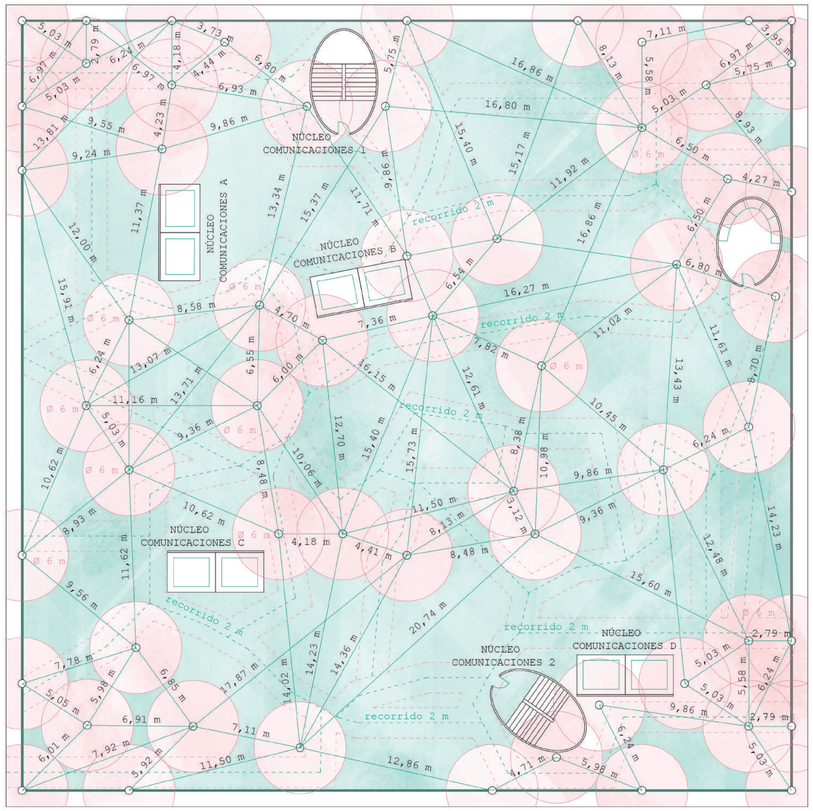


trama estructural

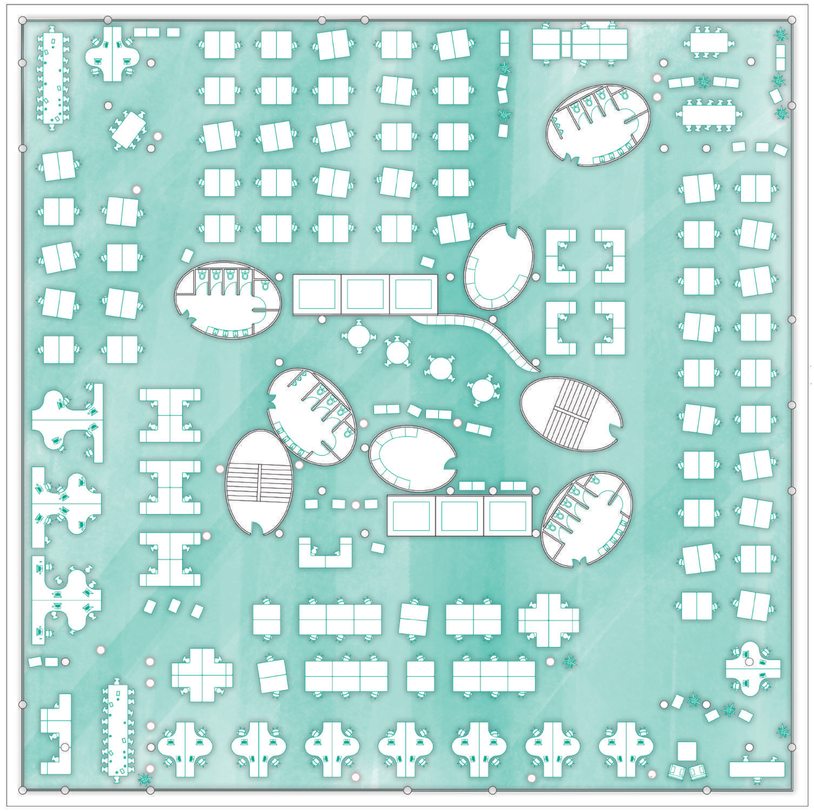
ANÁLISIS: MODELOS ESTRUCTURALES

MODELO 4:DESENFOQUE (MASA INERCIAL): PROGRAMAS

METODOLOGÍA PARA EL PROGRAMA

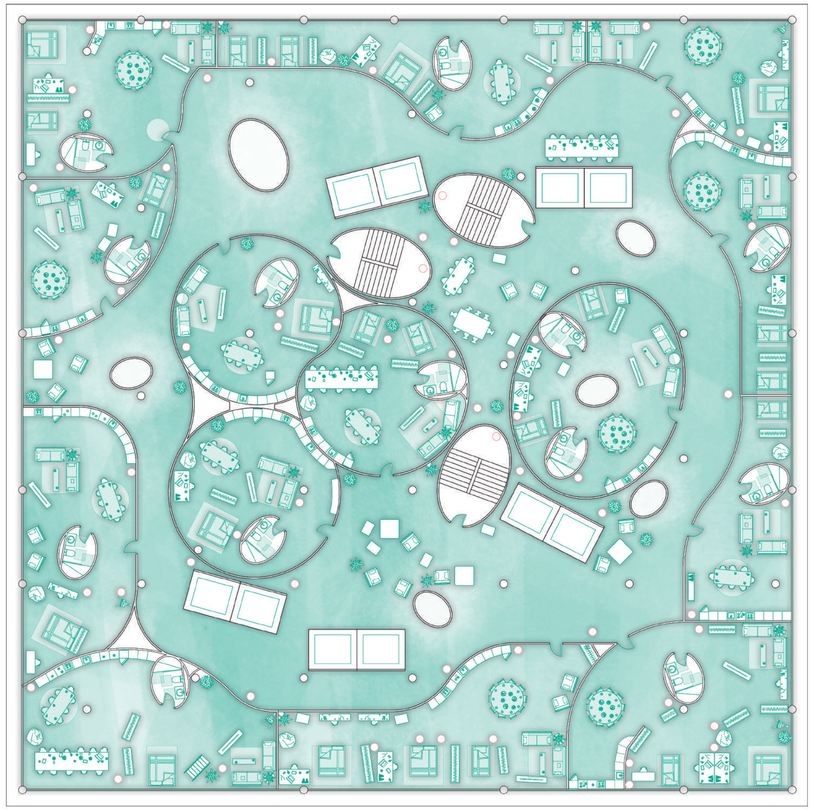


USO ADMINISTRATIVO: OFICINAS



USO HOTELERO

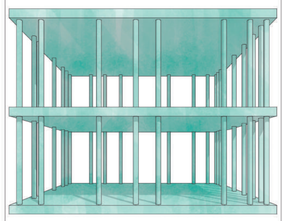
USO RESIDENCIAL



ANÁLISIS: MODELOS ESTRUCTURALES
MODELO 5: FLOTABILIDAD _ MODELO 6:TRANSPARENCIA (FORJADOS) _ INTRODUCCIÓN AL VIENTO

ENSAYO 5: FLOTABILIDAD_DESALINEACION PILARES

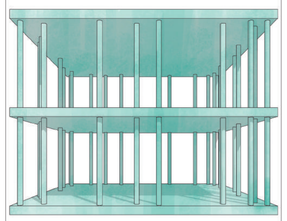
MODELO 5A
medición estructural



NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 5 unidades
HEB 120: 4 unidades
HEB 140: 11 unidades
HEB 160: 5 unidades
HEB 180: 8 unidades
HEB 200: 7 unidades
HEB 220: 2 unidades
HEB 260: 1 unidad
HEB 300: 1 unidad
perfil máximo: HEB 300
peso total nivel vertical: 5,95 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 400
peso total nivel horizontal: 6,66 toneladas

MODELO 5B
medición estructural

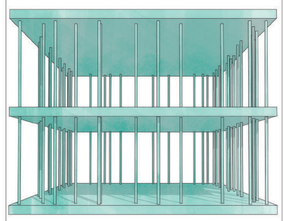


NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 12 unidades
HEB 120: 7 unidades
HEB 140: 10 unidades
HEB 160: 7 unidades
HEB 180: 3 unidades
HEB 200: 3 unidades
HEB 220: 1 unidad

perfil máximo: HEB 220
peso total nivel vertical: 4,43 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 360
peso total nivel horizontal: 9,35 toneladas

MODELO 5C
medición estructural



NIVEL VERTICAL
perfiles utilizados :
HEB 100: 14 unidades
HEB 120: 7 unidades
HEB 140: 12 unidades
HEB 160: 8 unidades
HEB 180: 6 unidades
HEB 200: 3 unidades
HEB 220: 2 unidades
HEB 240: 3 unidades

perfil máximo: HEB 240
peso total nivel vertical: 6,30 toneladas

NIVEL HORIZONTAL
canto máximo: IPE 400
peso total nivel horizontal: 9,43 toneladas

MODELO 5A
se analizano cargando una estructura tubo en tubo, donde el perimetro tiene todos sus soportes alineados

DESPLOME HORIZONTAL
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 56,182 mm
pórtico presión:máximo x : 56,182 mm
pórtico succión:máximo x : 31,019 mm

DESPLAZAMIENTOVERTICAL
frente a cargas verticales de G= 0,723 tn y una sobrecarga Q= 0,22 tn, el desplazamiento vertical máximo ha sido de 15,75 mm
tubo exterior:máximo x : 8,116 mm
tubo interior:máximo x : 7,373 mm

MODELO 5B
se analizano cargando una estructura tubo en tubo, donde el perimetro tiene todos al tresbolillo.

DESPLOME HORIZONTAL
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 35,221 mm
pórtico presión:máximo x : 6,257 mm
pórtico succión:máximo x : 35,221 mm

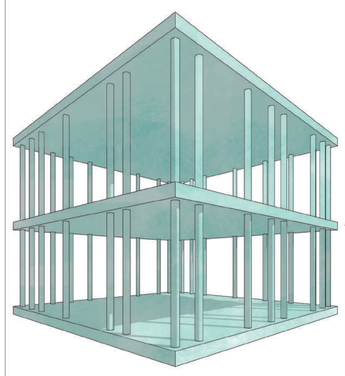
DESPLAZAMIENTOVERTICAL
frente a cargas verticales de G= 0,723 tn y una sobrecarga Q= 0,22 tn, el desplazamiento vertical máximo ha sido de 15,69 mm
tubo exterior:máximo x : 13,049 mm
tubo interior:máximo x : 9,798 mm

MODELO 5C
se analizano cargando una estructura tubo en tubo, donde el perimetro tiene todos al tresbolillo y con pequeñas secciones.

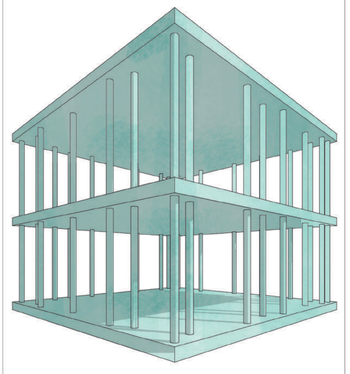
DESPLOME HORIZONTAL
frente a cargas de viento de 1 tn (presion) y 0,90 tn (succión), el desplazamiento horizontal máximo ha sido de 40,217 mm
pórtico presión:máximo x : 40,217 mm
pórtico succión:máximo x : 17,695 mm

DESPLAZAMIENTOVERTICAL
frente a cargas verticales de G= 0,723 tn y una sobrecarga Q= 0,22 tn, el desplazamiento vertical máximo ha sido de 22,50 mm
tubo exterior:máximo x : 7,073 mm
tubo interior:máximo x : 10,384 mm

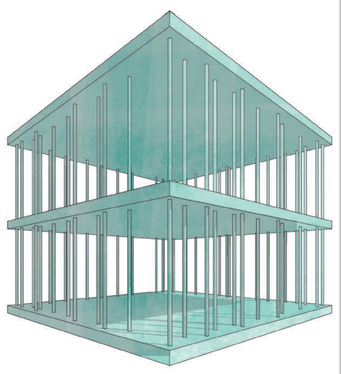
MODELO 5A
análisis visual



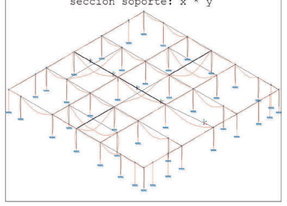
MODELO 5B
análisis visual



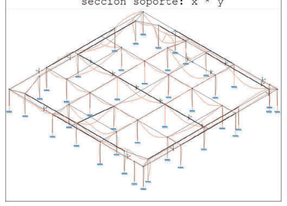
MODELO 5C
análisis visual



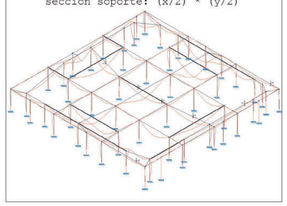
MODELO 5A
deformada por cargas verticales
núcleo + 27 soportes perimetrales alineados
sección soporte: x * y



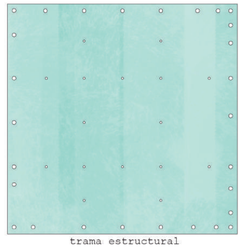
MODELO 5B
deformada por cargas verticales
núcleo + 27 soportes perimetrales al tresbolillo
sección soporte: x * y



MODELO 5C
deformada por cargas verticales
núcleo + 39 soportes perimetrales al tresbolillo
sección soporte: (x/2) * (y/2)

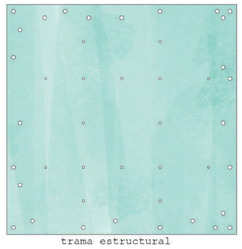


MODELO 5A



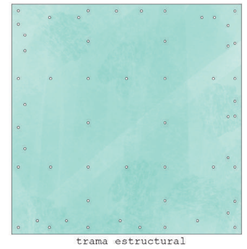
trama estructural

MODELO 5B



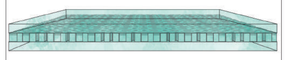
trama estructural

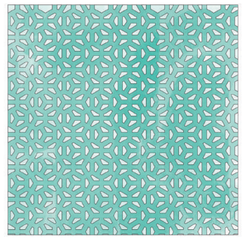
MODELO 5C



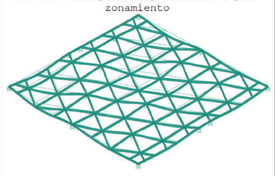
trama estructural

MODELO 2:SECCIÓN MIXTA:HEXÁGONO

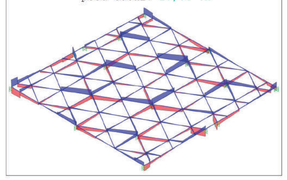




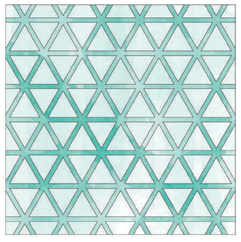
Con una trama pensatagonal de acero junto con vídeos que trabajan a compresión la deformada sufre desplazamientos de hasta 60,054 mm
Es mucho mayordebido a que los puntos de apoyo están rigirizados en 2 direcciones, trabajando mejor frente a punzonamiento



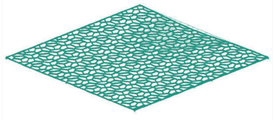
CÁLCULO ESTRUCTURAL
capa compresión (vidrio)+ estructura (acero)+ capa compresión (vidrio)
carga sometida:0,723 tn
perfil máximo: IPE 550
metros lineales de perfil: 448 m
peso total: 10,64 tn



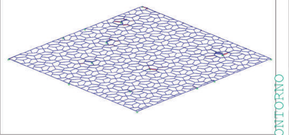
MODELO 2:SECCIÓN MIXTA:TRIÁGULO



Con una trama pensatagonal de acero junto con vídeos que trabajan a compresión la deformada sufre desplazamientos de hasta 30,099 mm
Es mucho menor debido a que los puntos de apoyo están rigirizados en 3 direcciones, trabajando mejor frente a punzonamiento



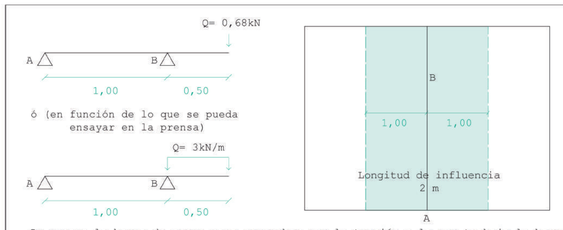
CÁLCULO ESTRUCTURAL
capa compresión (vidrio)+ estructura (acero)+ capa compresión (vidrio)
carga sometida:0,723 tn
perfil máximo: IPE 500
metros lineales de perfil: 448 m
peso total: 10,68 tn



ENSAYO 6: TRANSPARENCIA

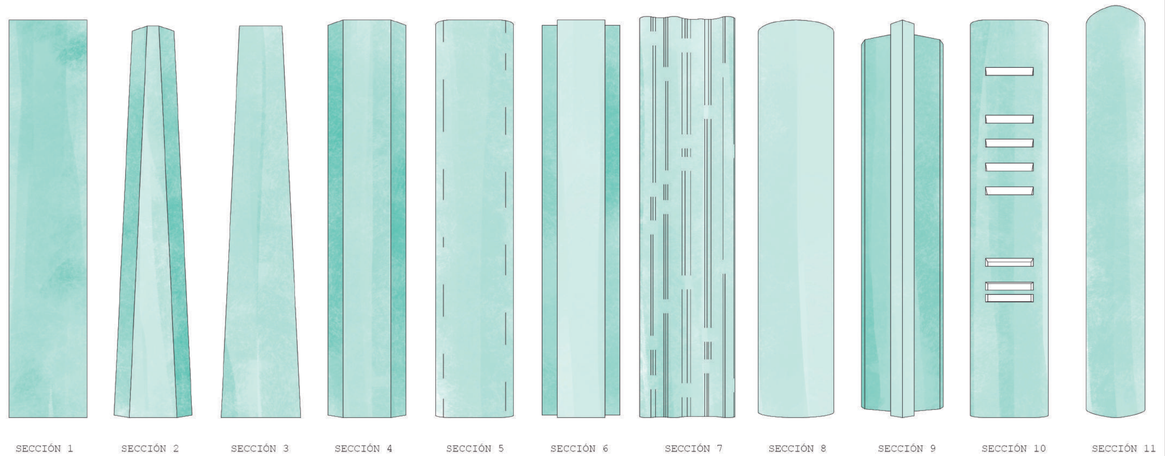
MODELO 3: CURVADO

MODELO 3: PLANO

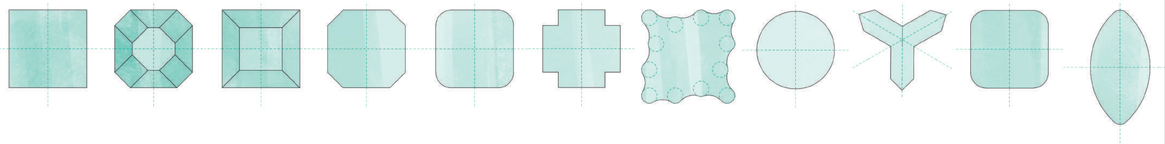


Se ensaya la barra de acero para comprobar que la tensión a la que trabaja la barra deformada, es menor a la que trabajaría la viga plana una vez cargada. Permitiendo ello trabajar con secciones más pequeñas. Como Ishigami en el Kait

ENSAYO VIENTO: CONDICIONES DE CONTORNO



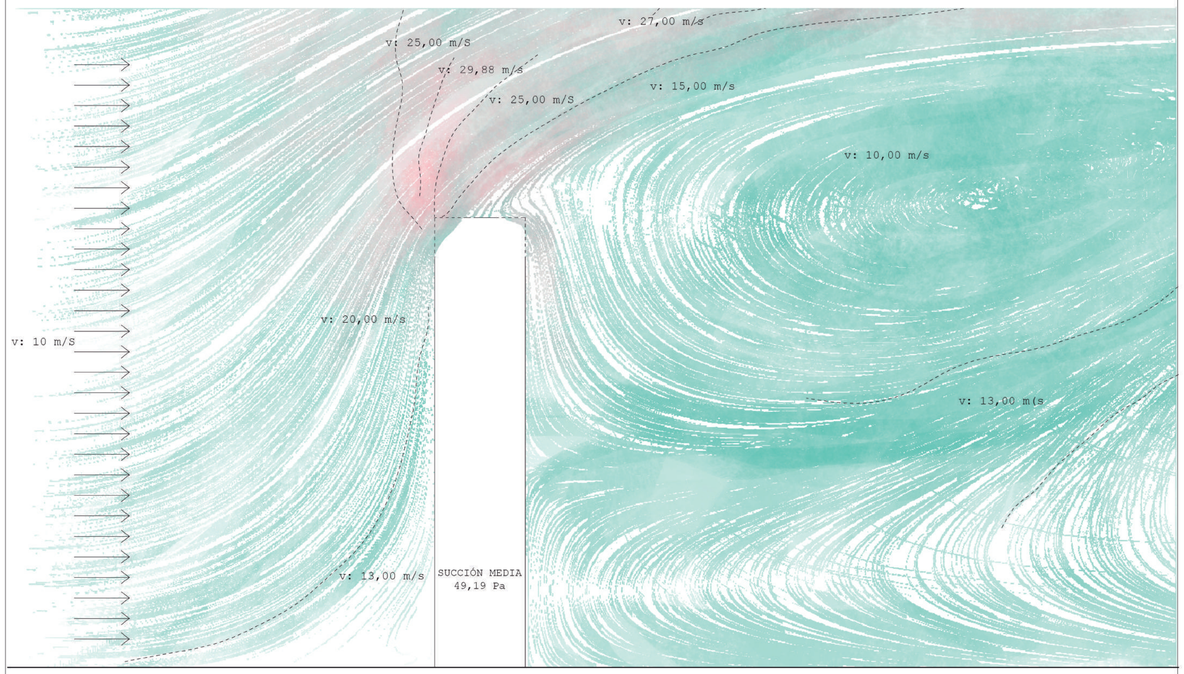
se trata de ensayar mediante la aplicación de Autodesk Flow desing la influencia de las condiciones de contorno del edfcio en la estructura
ver la influencia de la morfología en alzado y planta con respecto al viento
entender el edficio como un nuevo ser que participa con el entorno y el viento, no como un refugio
optimizar el diseño incial de la obra a favor del viento



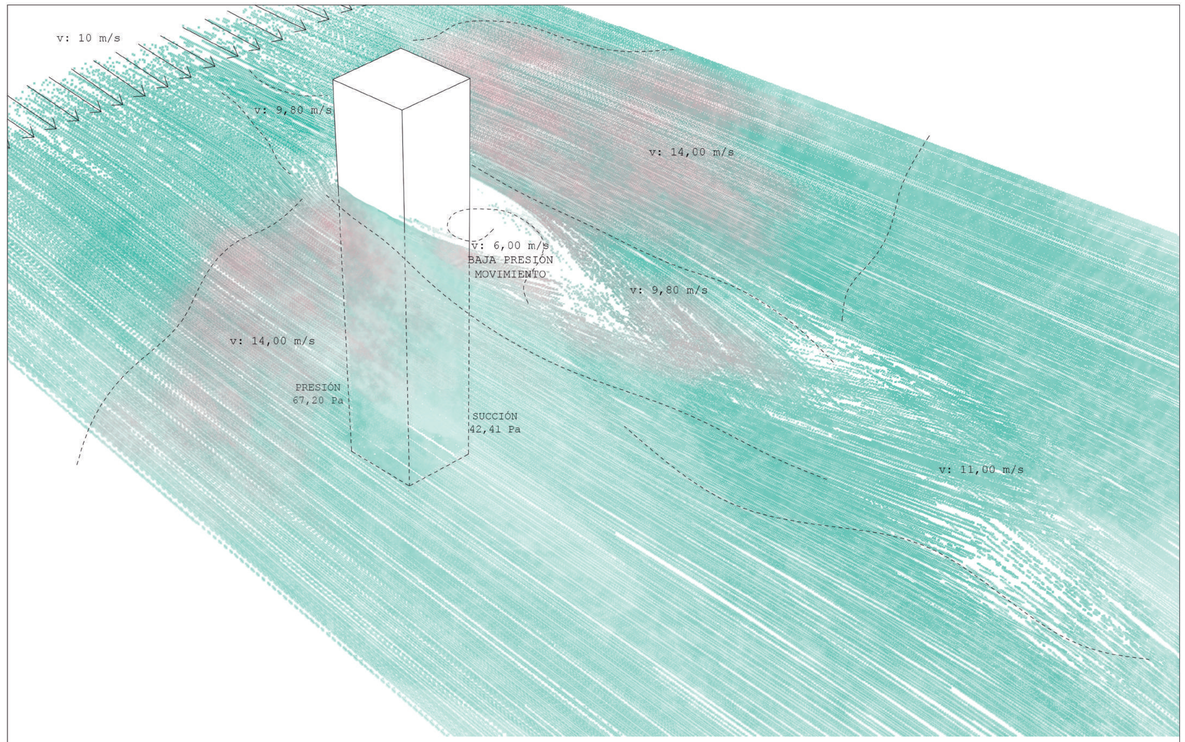
ANÁLISIS: MODELOS FLOW DESIGN

MODELO 1 Y 2

MODELO 1

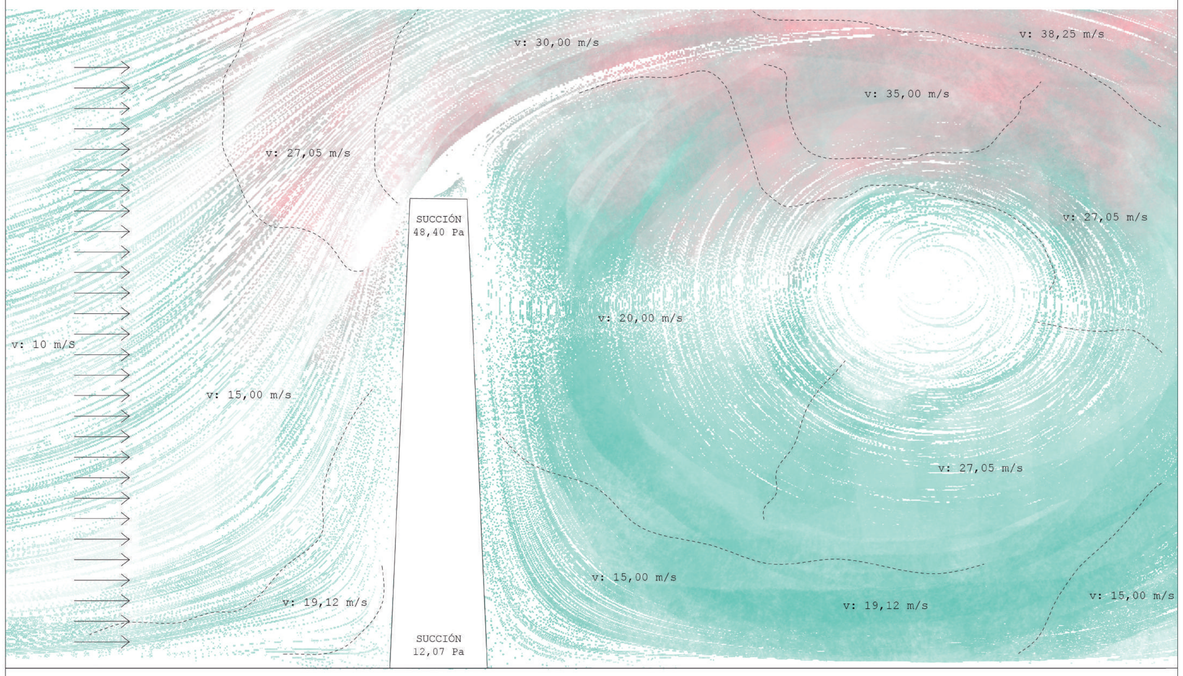


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada
constante en todo su recorrido
ángulos rectos
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 29,88 m/s

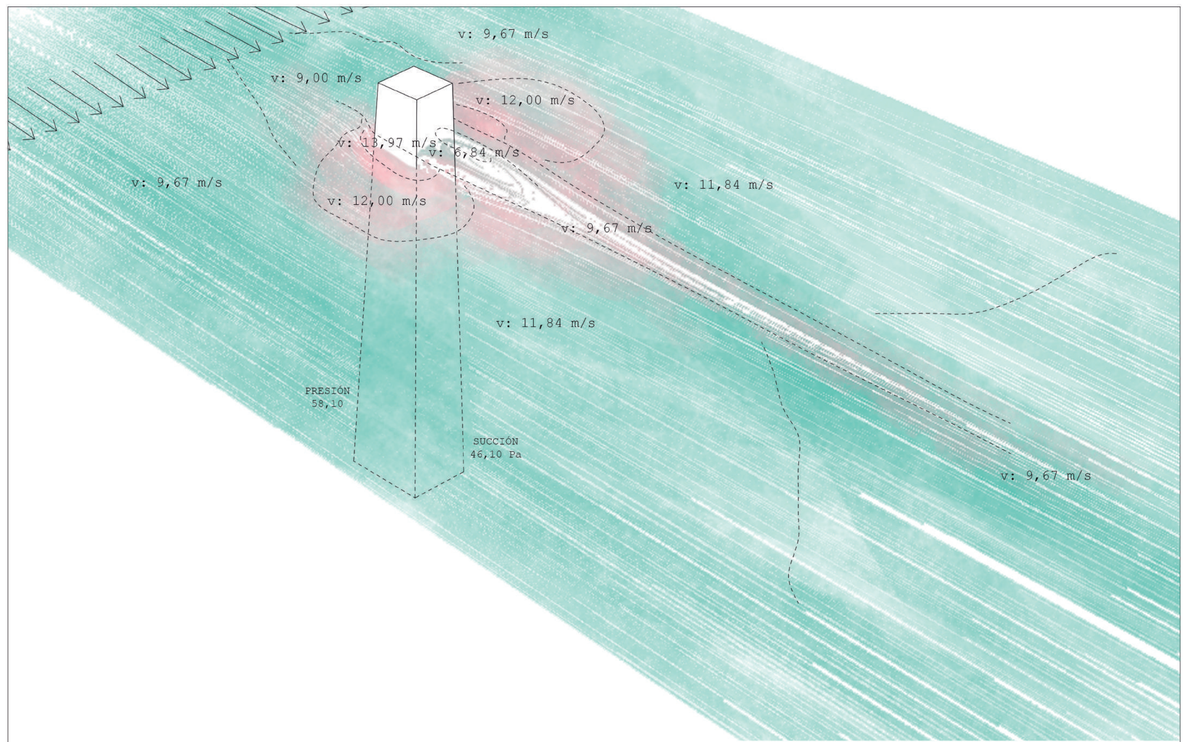


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada
constante en todo su recorrido
ángulos rectos
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 14,00 m/s

MODELO 2

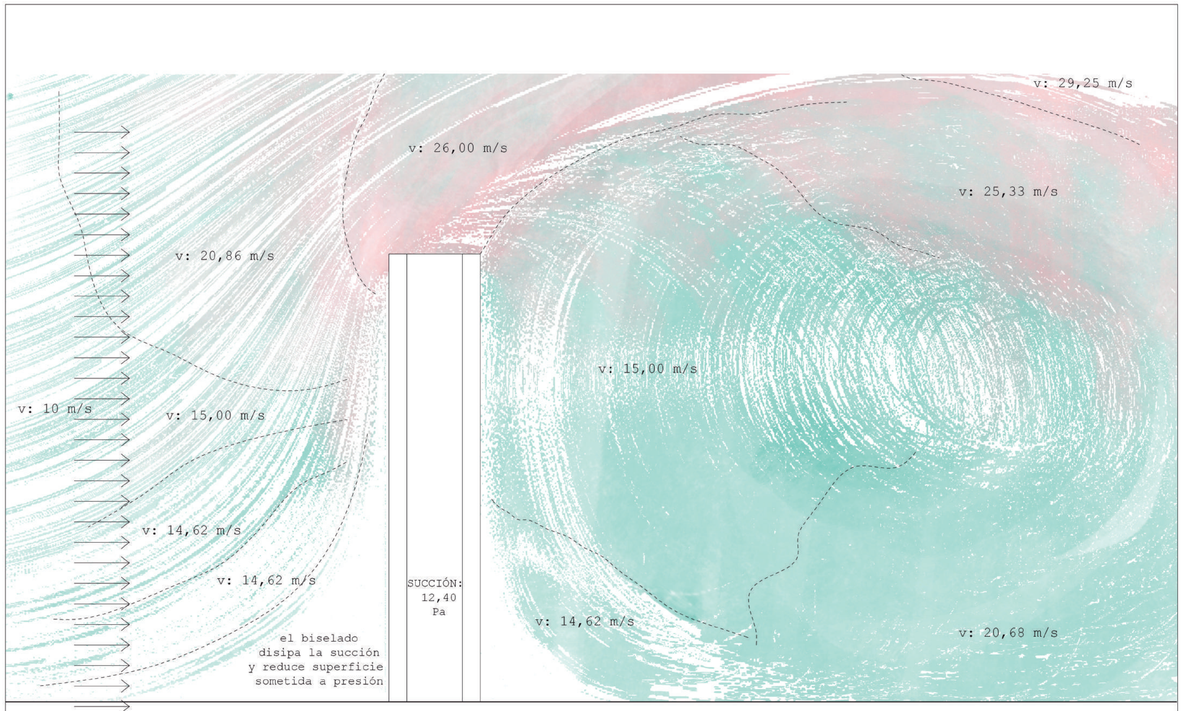


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada
no constante en todo su recorrido: disminuye con la altura
ángulos rectos
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 27,05 m/s

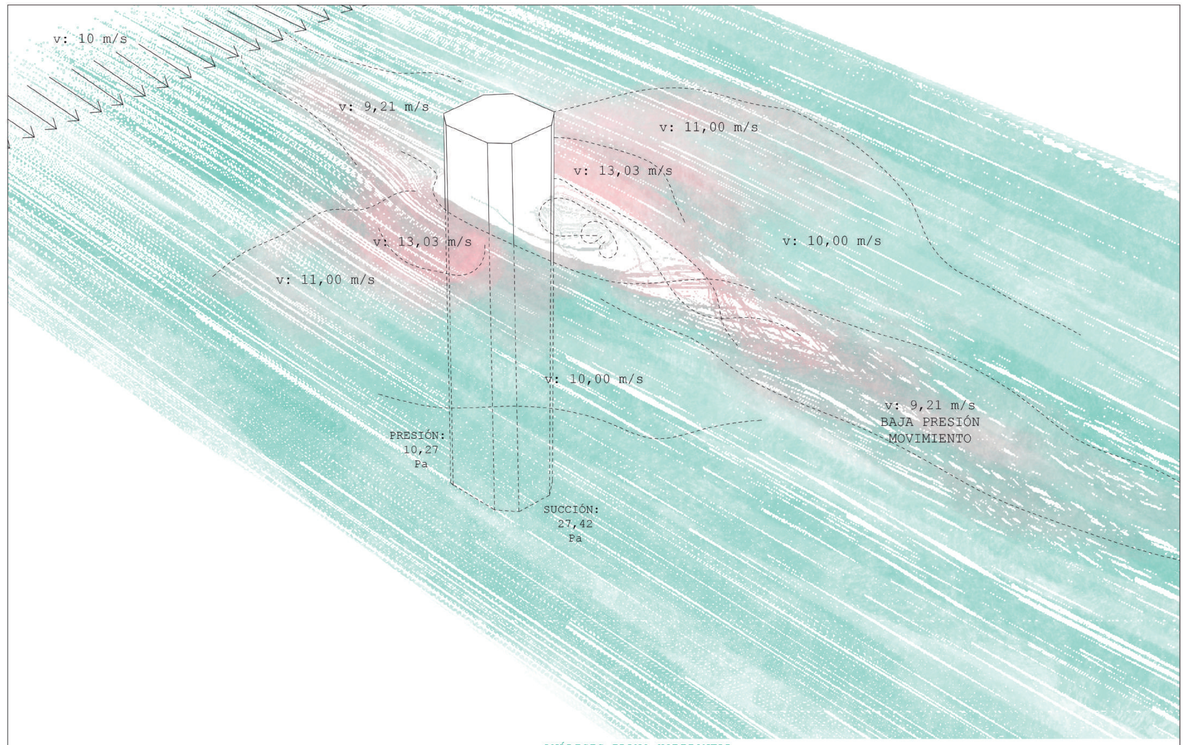


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada
no constante en todo su recorrido: disminuye con la altura
ángulos rectos
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contonro del edficio: 13,97 m/s

MODELO 3

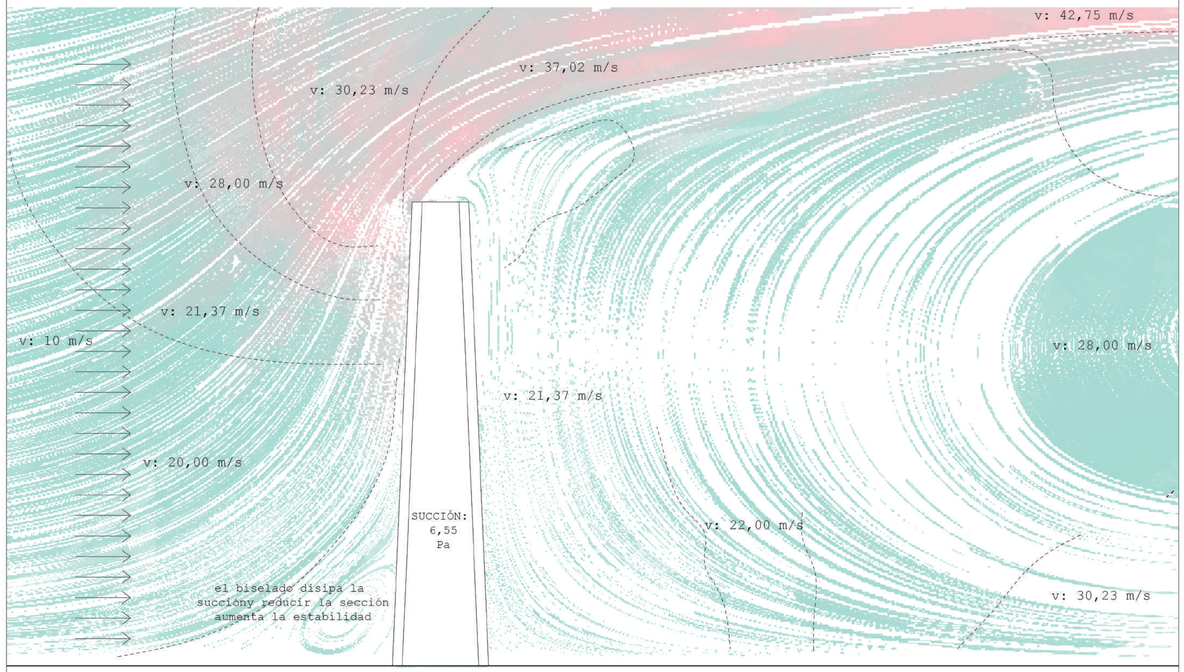


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada biselada
constante en todo su recorrido
ángulos rectos biselados
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 26,00 m/s

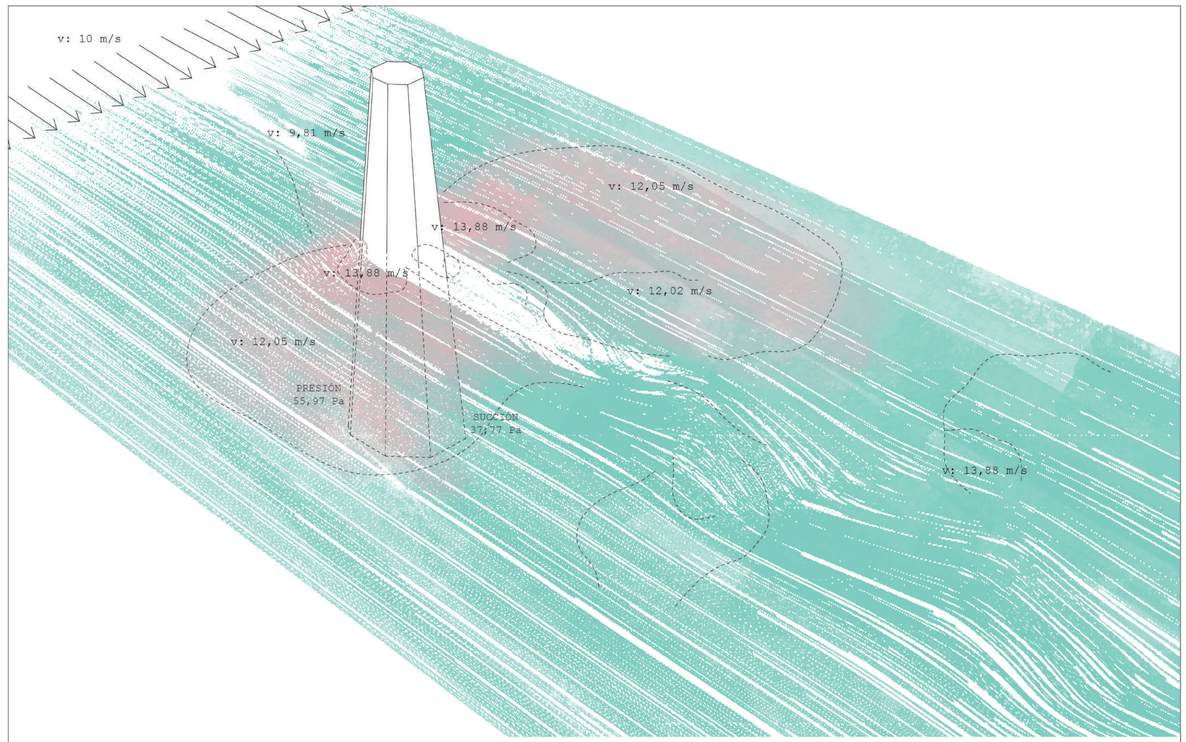


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada biselada
constante en todo su recorrido
ángulos biselados
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contonro del edficio: 13,03 m/s

MODELO 4



ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada biselada
no constante en todo su recorrido: disminuye con la altura
ángulos rectos biselado
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 30,23 m/s

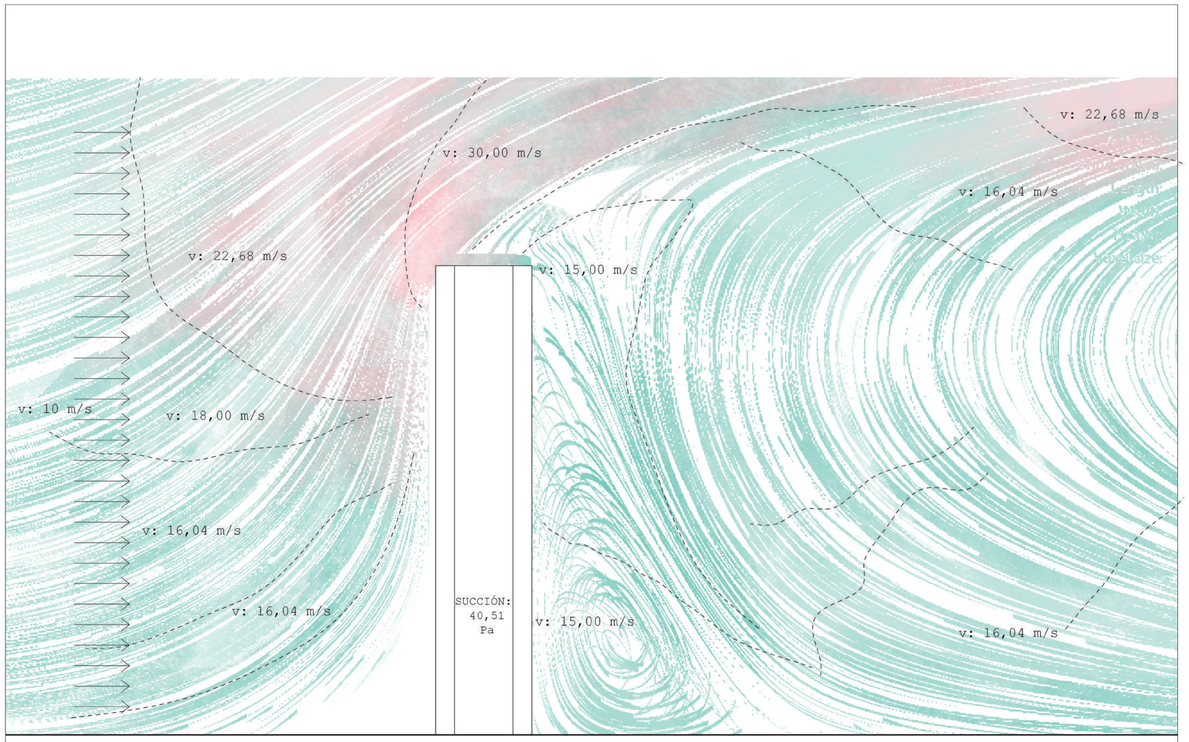


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada biselada
no: constante en todo su recorrido: disminuye con la altura
ángulos rectos biselados
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 13,88 m/s

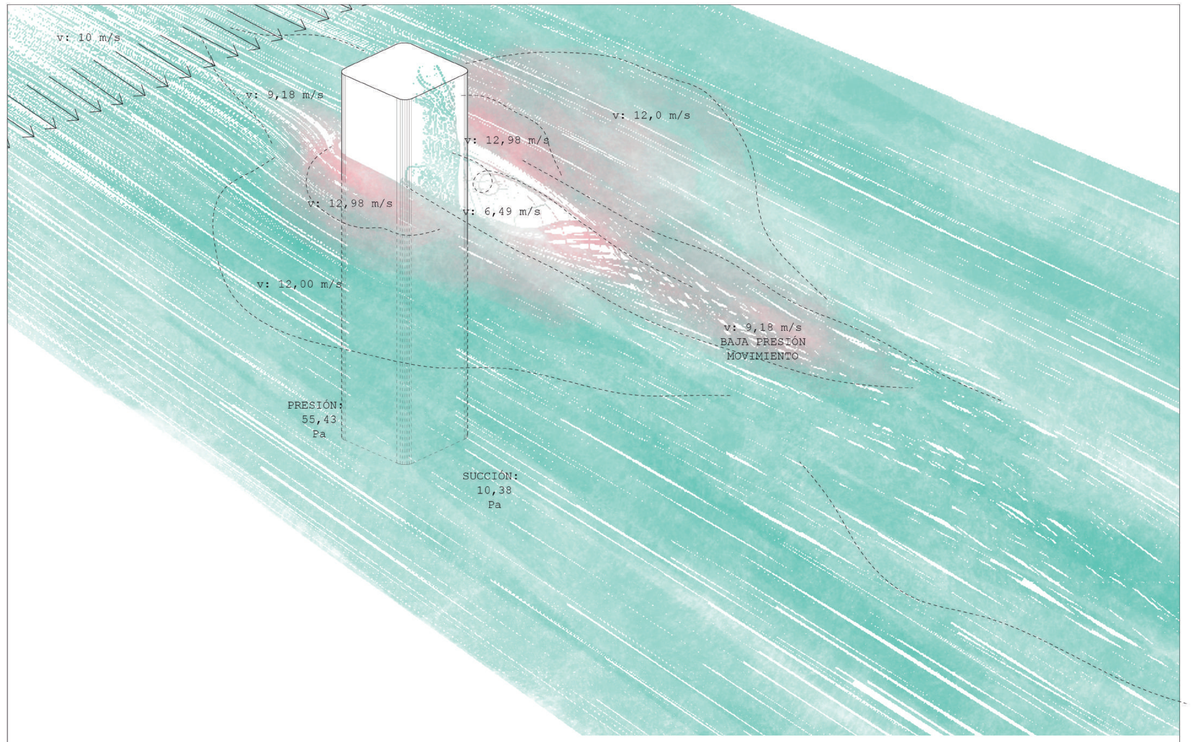
ANÁLISIS: MODELOS FLOW DESIGN

MODELO 5 Y 6

MODELO 5

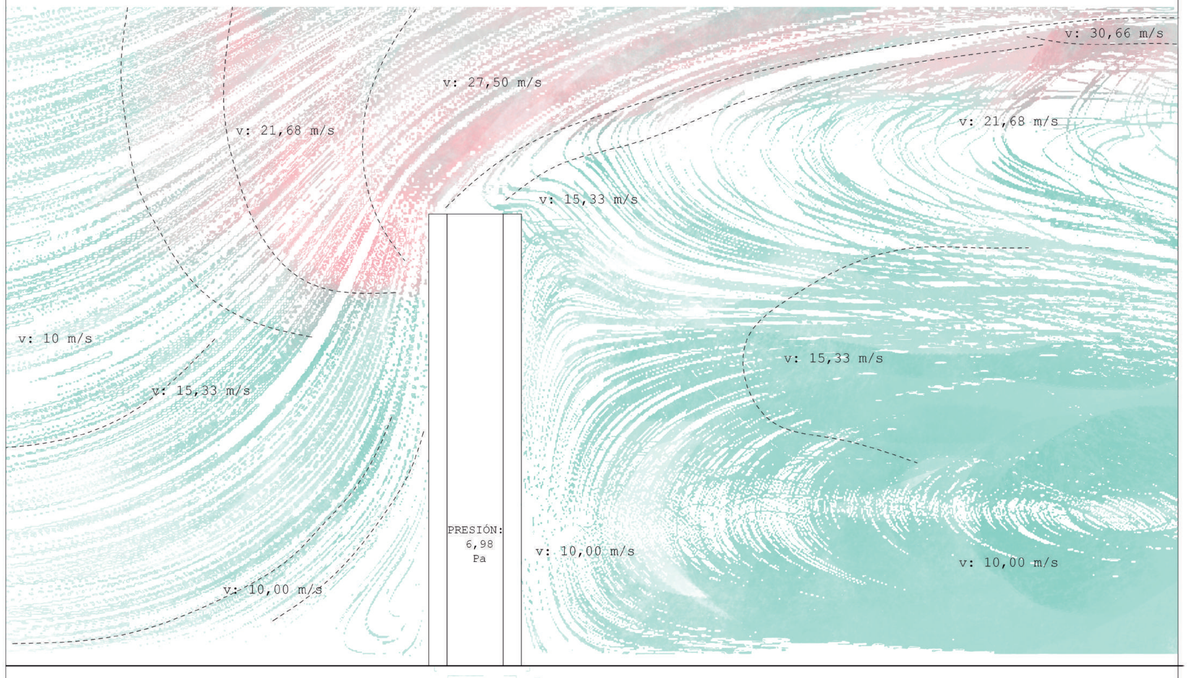


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada canto redondeado
constante en todo su recorrido
ángulos rectos redondeados
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 26,00 m/s

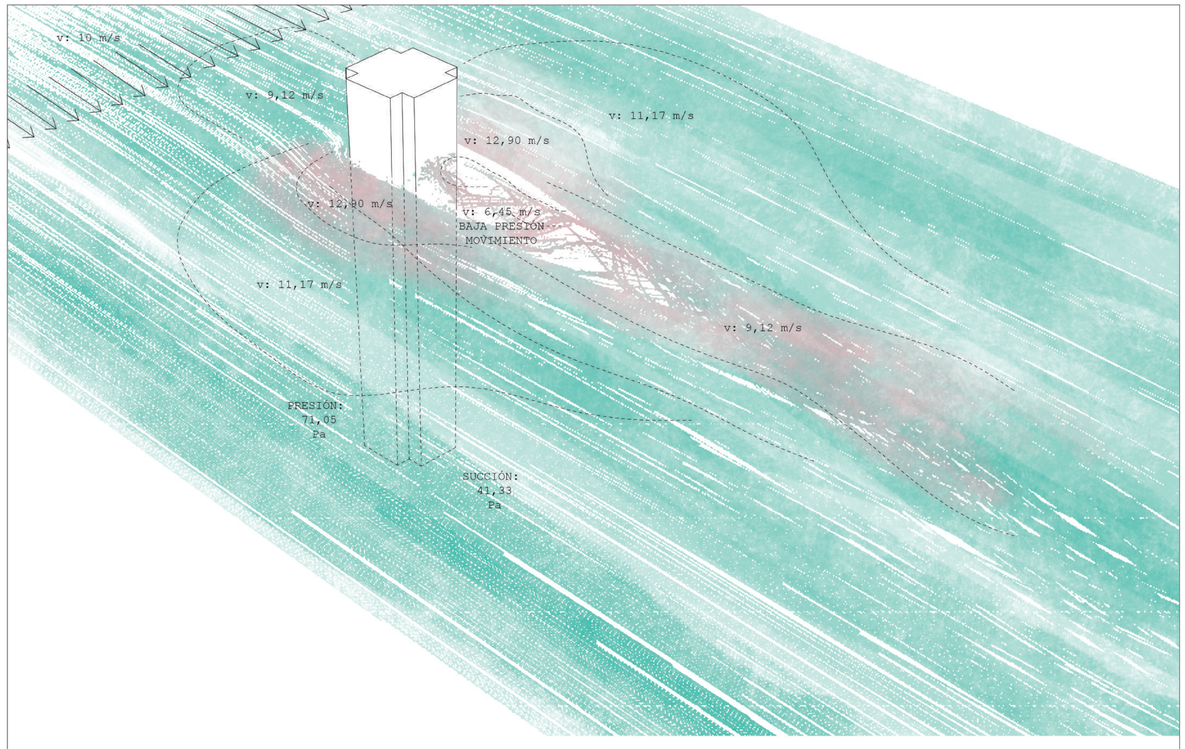


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada canto redondeado
constante en todo su recorrido
ángulos rectos redondeados
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 12,98 m/s

MODELO 6

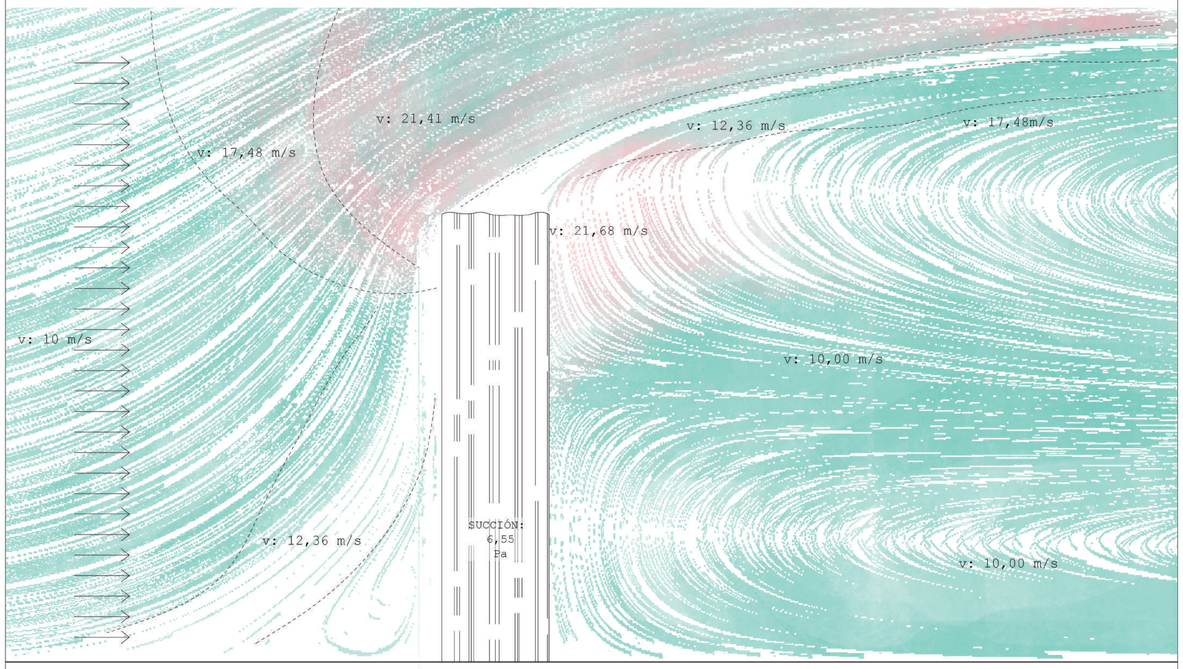


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada canto sustraido
constante en todo su recorrido
ángulos rectos sustraidos
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 27,50 m/s

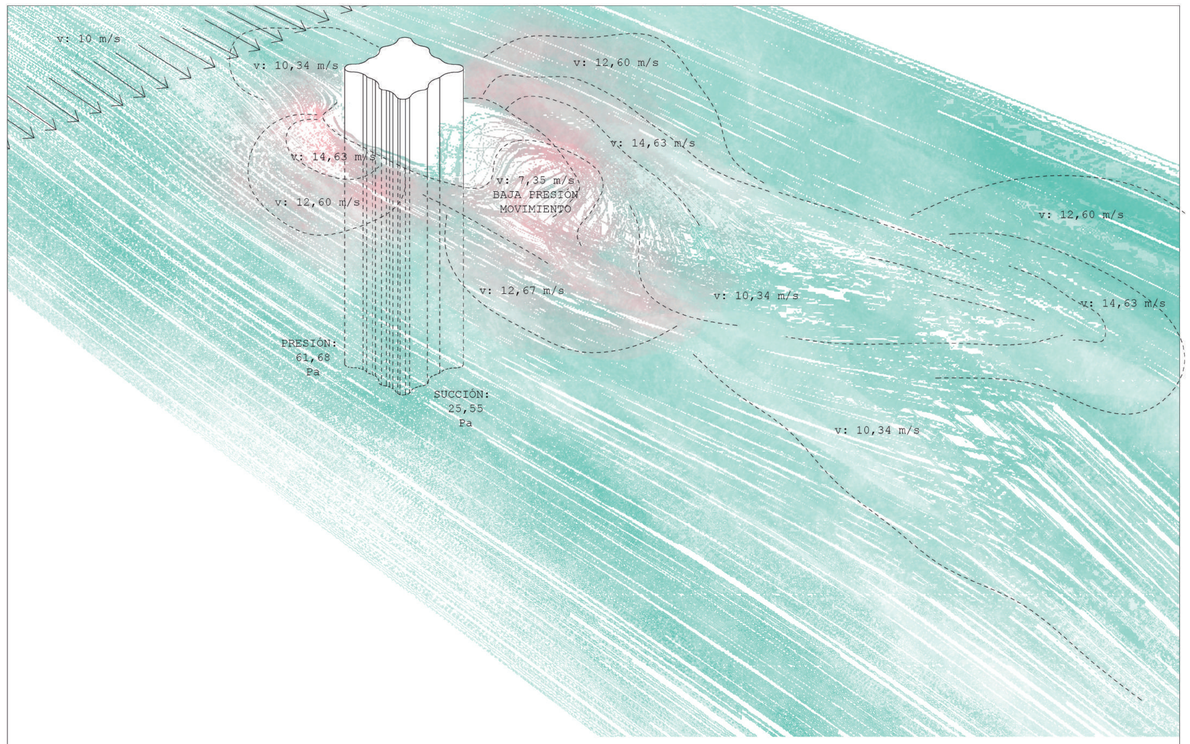


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada canto redondeado
constante en todo su recorrido
ángulos rectos redondeados
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima contorno edficio: 12,90 m/s

MODELO 7

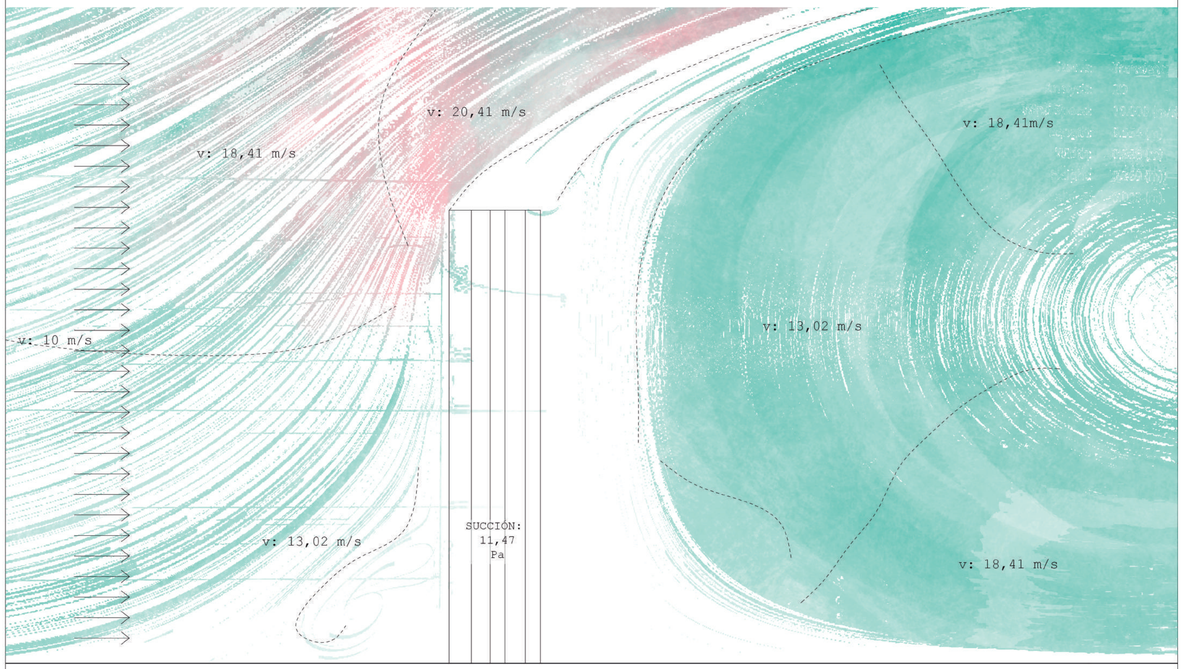


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada perímetro redondeado
constante en todo su recorrido
ángulos circulares de radio x
1 simetría: aparece torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 21,41 m/s

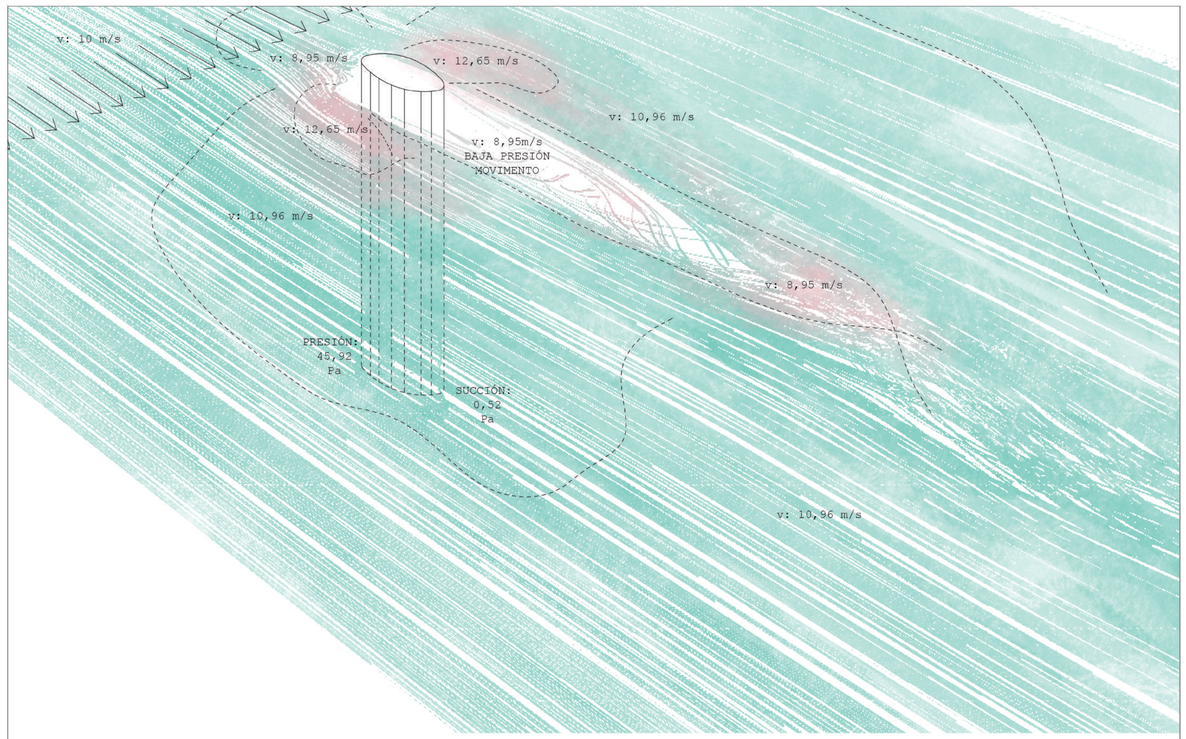


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada perétro redondeado
constante en todo su recorrido
ángulos circulares con radio x
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima contorno edficio: 14,63 m/s

MODELO 8

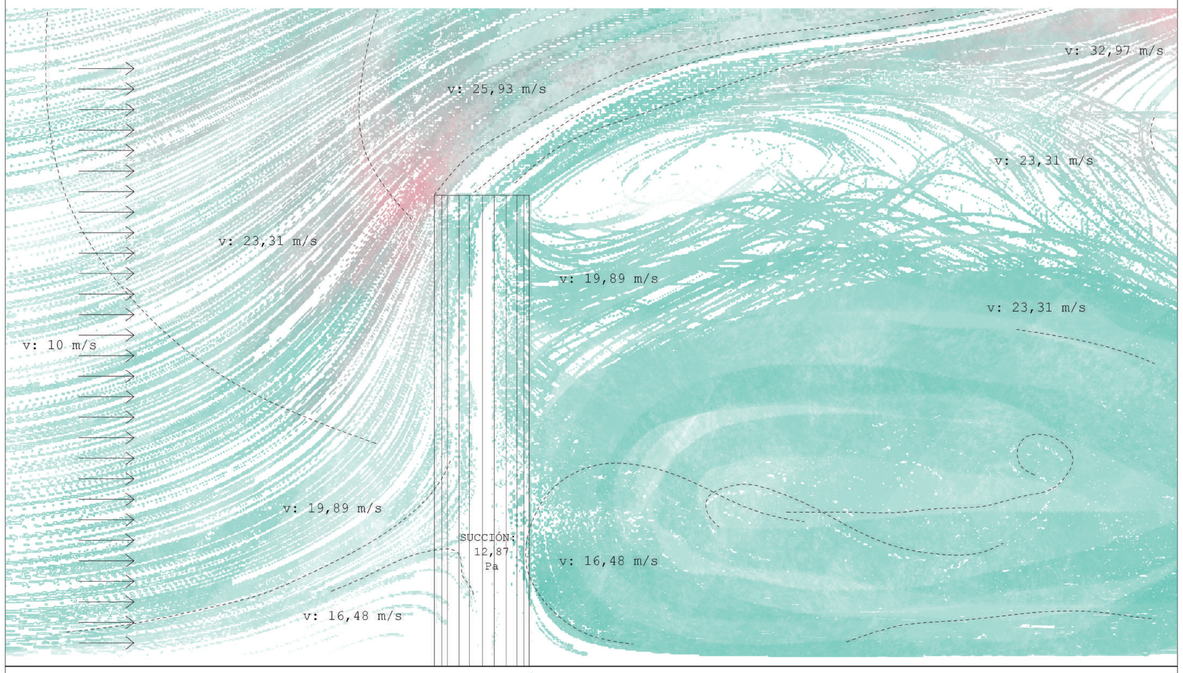


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección aerodinámica constante
constante en todo su recorrido
desaparecen los ángulos
1 simetría: aparece torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 21,41 m/s

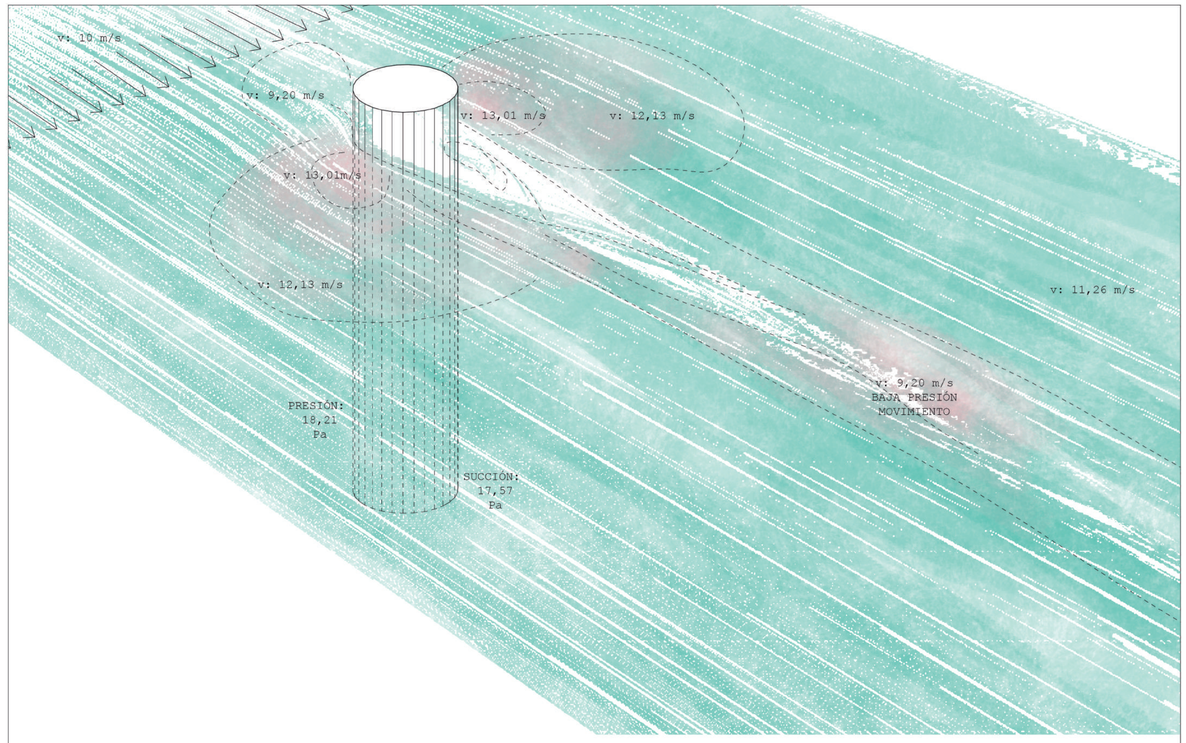


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada canto redondeado
constante en todo su recorrido
ángulos rectos redondeados
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima contorno edficio: 12,90 m/s

MODELO 9

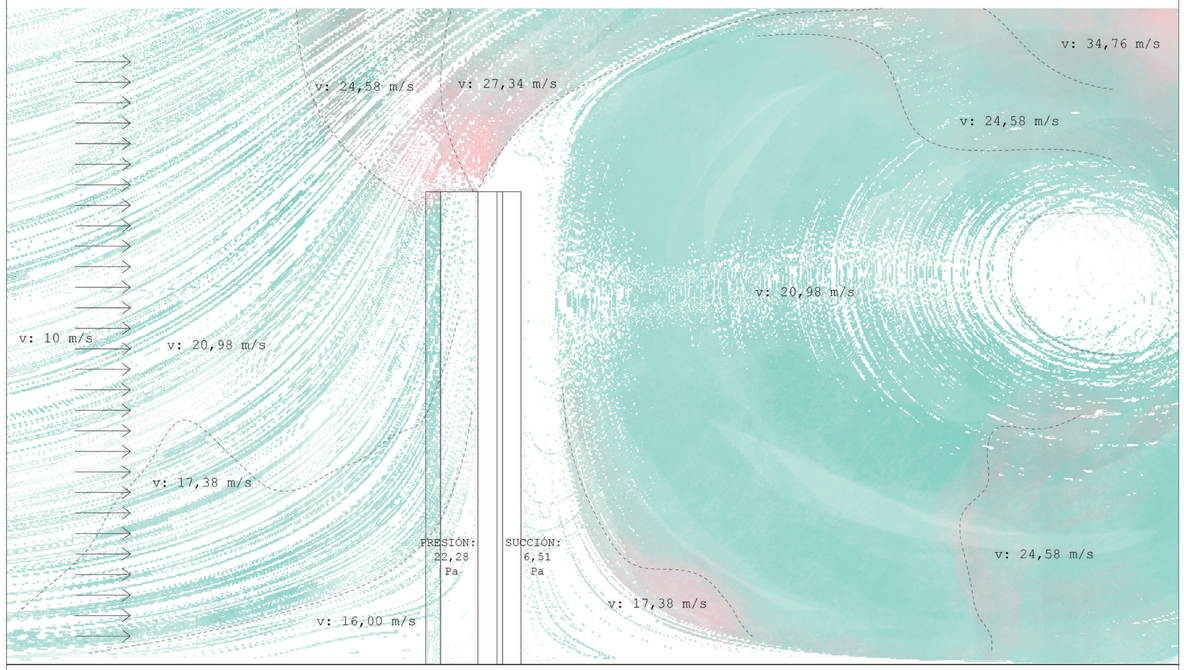


ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección circular
constante en todo su recorrido
no existen ángulos
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 25,93 m/s

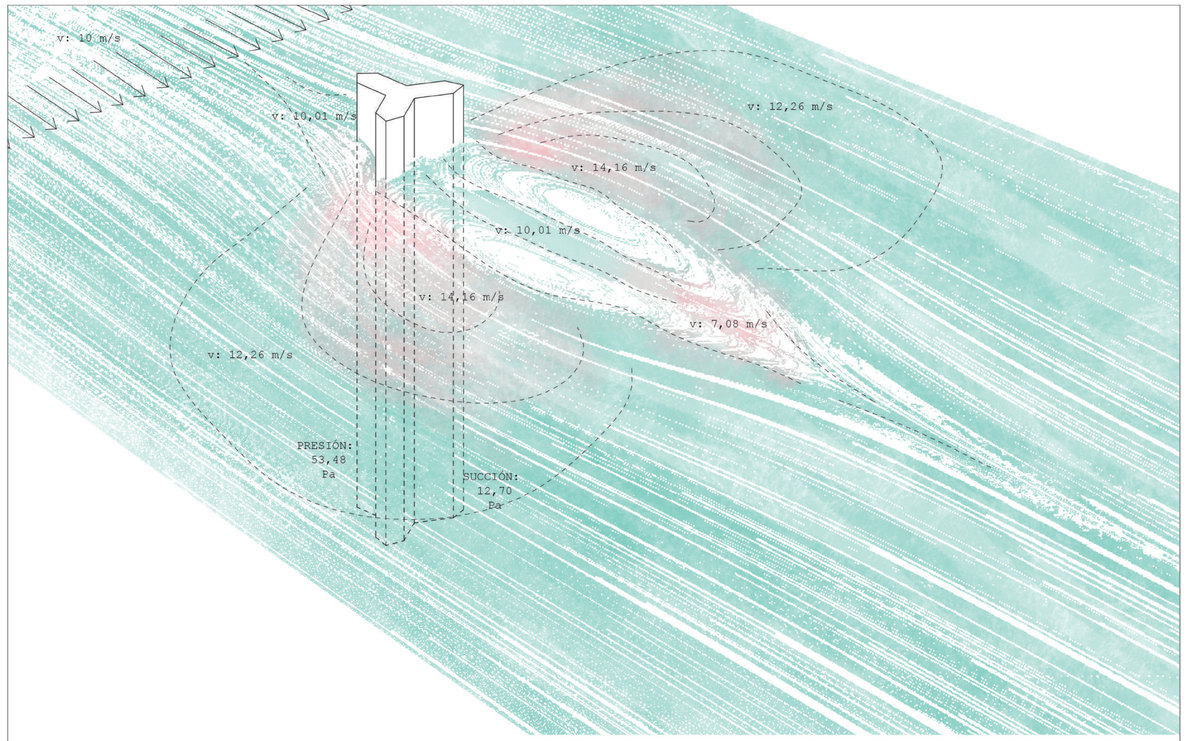


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección circular
constante en todo su recorrido
no existen ángulos
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima contorno edificio: 13,01 m/s

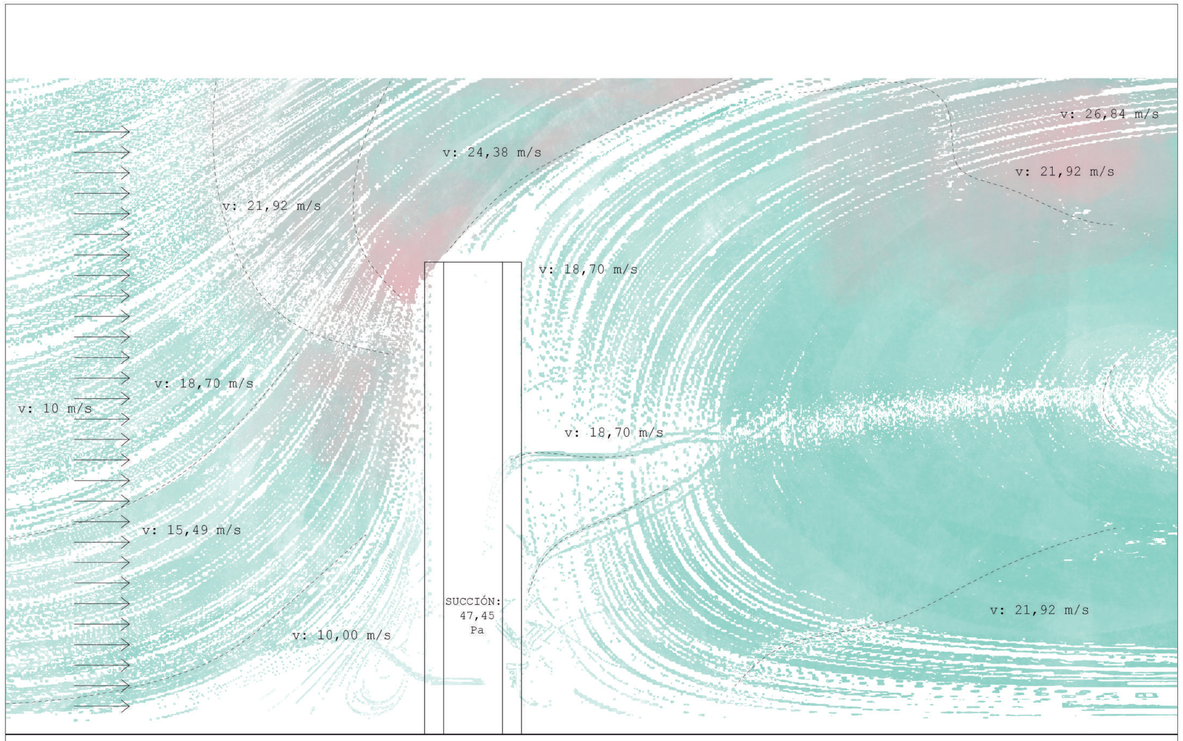
MODELO 10



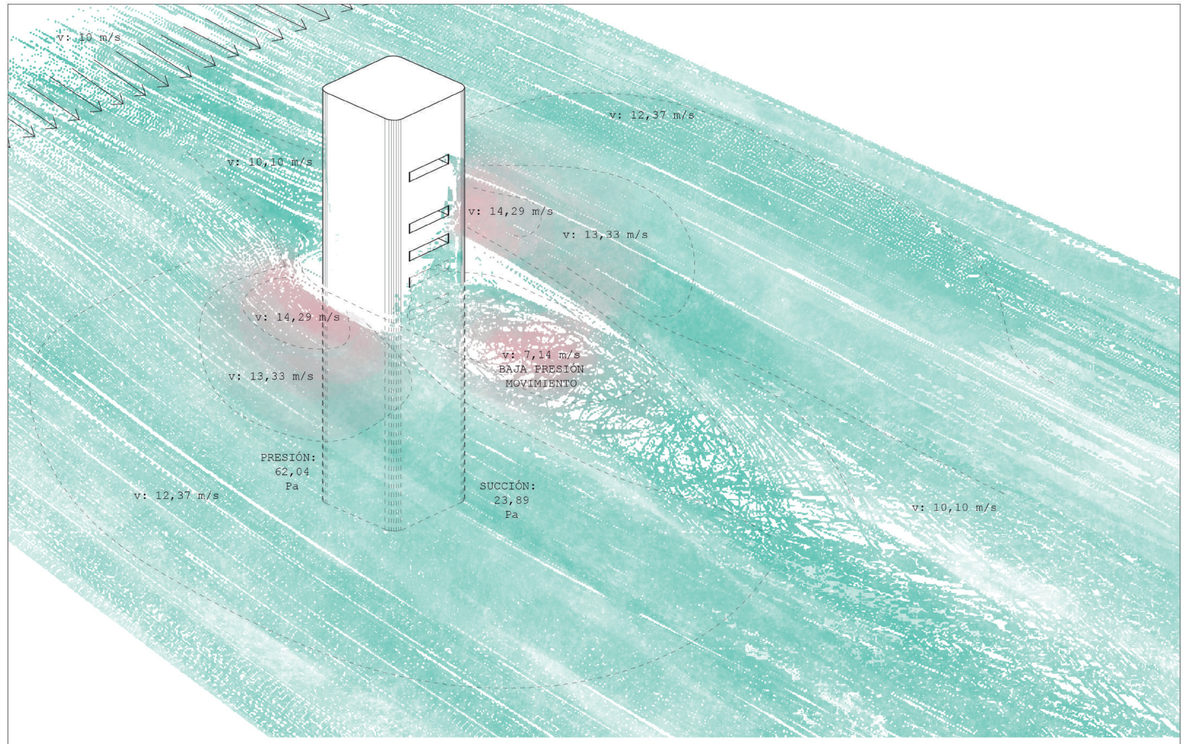
ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección en aspa
constante en todo su recorrido
ángulos rectos
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 27,34 m/s



ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección en aspa
constante en todo su recorrido
ángulos rectos
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima contorno edificio: 14,16 m/s



ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada con perforaciones
constante en todo su recorrido
ángulos rectos redondeados
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima en la cabeza del edificio: 24,38 m/s

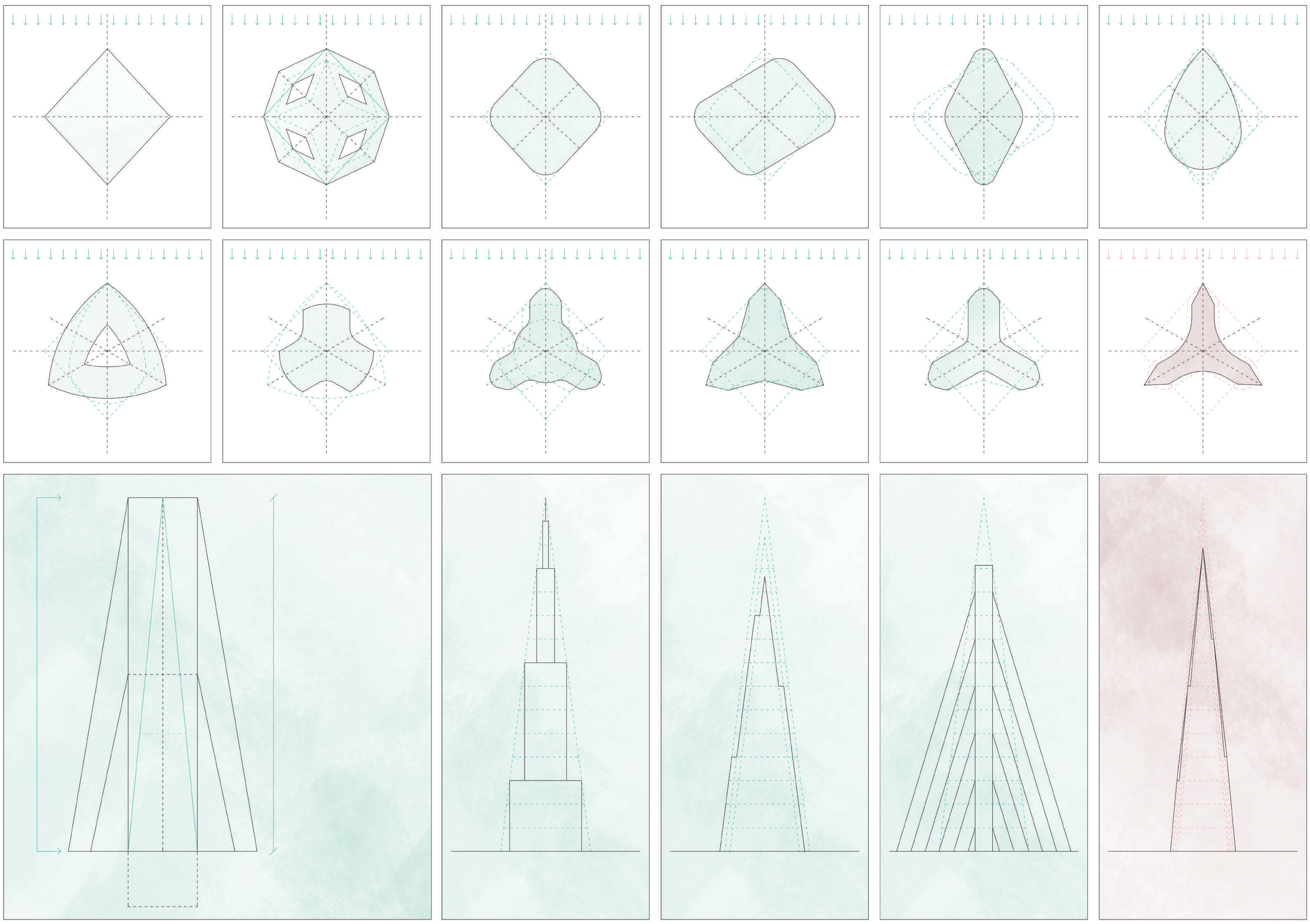


ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada con perforaciones
constante en todo su recorrido
ángulos rectos redondeados
doble simetría: se evita torsión
velocidad máxima contorno edficio: 12,98 m/s

CONCLUSIONES SOBRE LAS CONDICIONES DE CONTORNO CON FLOW DESIGN

Una vez se han analizado todos los modelos, se muestra una tabla comparativa de los resultados que indique que geometría es más óptima en función del viento. Seleccionando los 3 contornos más óptimos para poder empezar el diseño de la nube

DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN	PLANTA DEL MODELO	PRESIÓN MEDIA	SUCCIÓN MEDIA	VELOCIDAD EN LA CARA OPUESTA	VELOCIDAD MÁXIMA SECCIÓN VERTICAL	VELOCIDAD MÁXIMA SECCIÓN HORIZONTAL
SECCIÓN 1: sección cuadrada constante a lo largo de la altura	constante	67,20 Pa	42,41 Pa	6,00 m/s	38,25 m/s	14,00 m/s
SECCIÓN 2: sección cuadrada no constante: a lo largo de la altura disminuye la sección	no constante	58,10 Pa	46,10 Pa	6,87 m/s	38,25 m/s	13,97 m/s
SECCIÓN 3: sección cuadrada constante a lo largo de la altura con cantos biselados	constante	57,20 Pa	42,41 Pa	6,84 m/s	29,25 m/s	13,97 m/s
SECCIÓN 4: sección cuadrada constante a lo largo de la altura con cantos redondeados	constante	55,43 Pa	10,38 Pa	6,49 m/s	30,00 m/s	12,98 m/s
SECCIÓN 5: sección cuadrada no constant bajando el centro de gravedad y con cantos biselados	no constante	55,97 Pa	37,77 Pa	9,81 m/s	37,02 m/s	13,88 m/s
SECCIÓN 6: sección en cruz constante a lo largo de la altura	constante	71,05 Pa	41,73 Pa	6,45 m/s	30,00 m/s	12,90 m/s
SECCIÓN 7: sección irregular constante a lo largo de la altura: redondear perímetro	constante	61,68 Pa	25,55 Pa	7,35 m/s	21,41 m/s	14,63 m/s
SECCIÓN 8: sección circular constante a lo largo de la altura	constante	18,21 Pa	17,57 Pa	9,20 m/s	25,93 m/s	13,01 m/s
SECCIÓN 9: sección en aspa constante a lo largo de la altura	constante	53,48 Pa	12,70 Pa	10,00 m/s	34,70 m/s	14,16 m/s
SECCIÓN 10: sección cuadrada constante con perforaciones en su recorrido	constante	62,04 Pa	23,89 Pa	7,14 m/s	38,14 m/s	14,29 m/s
SECCIÓN 11: sección aerodinámica constante a lo largo de la altura	constante	45,92 Pa	10,52 Pa	8,95 m/s	38,25 m/s	12,65 m/s

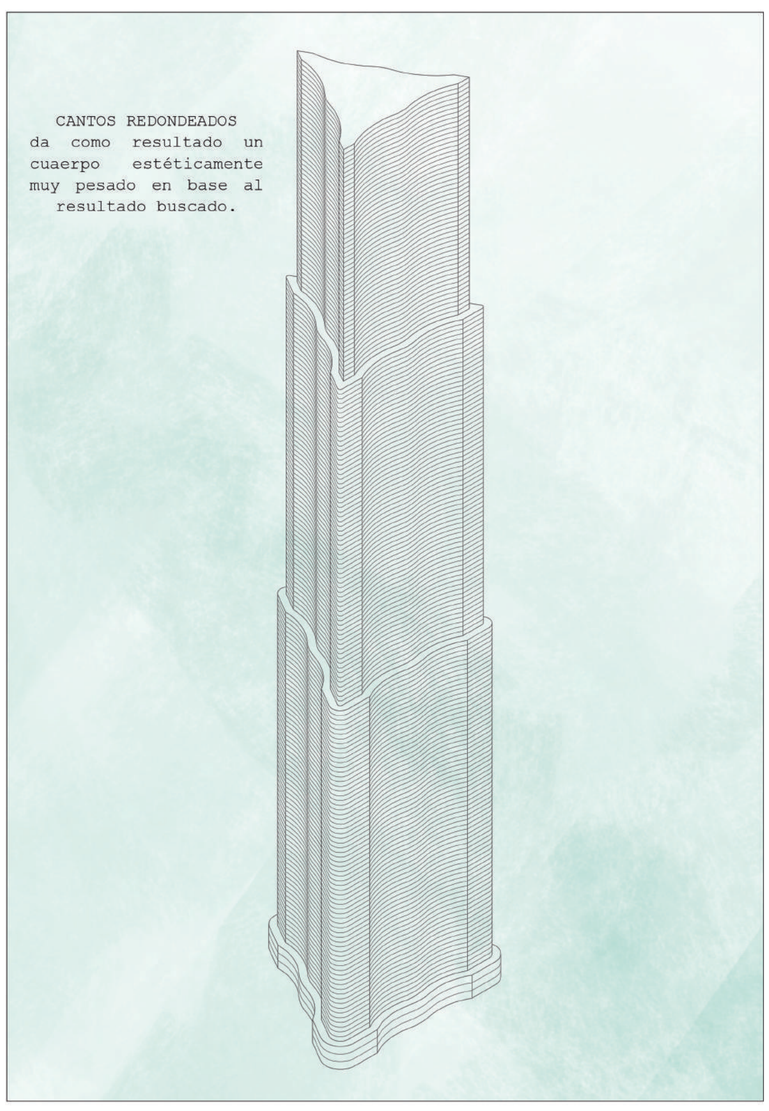


ESTRATEGIAS DE DISEÑO

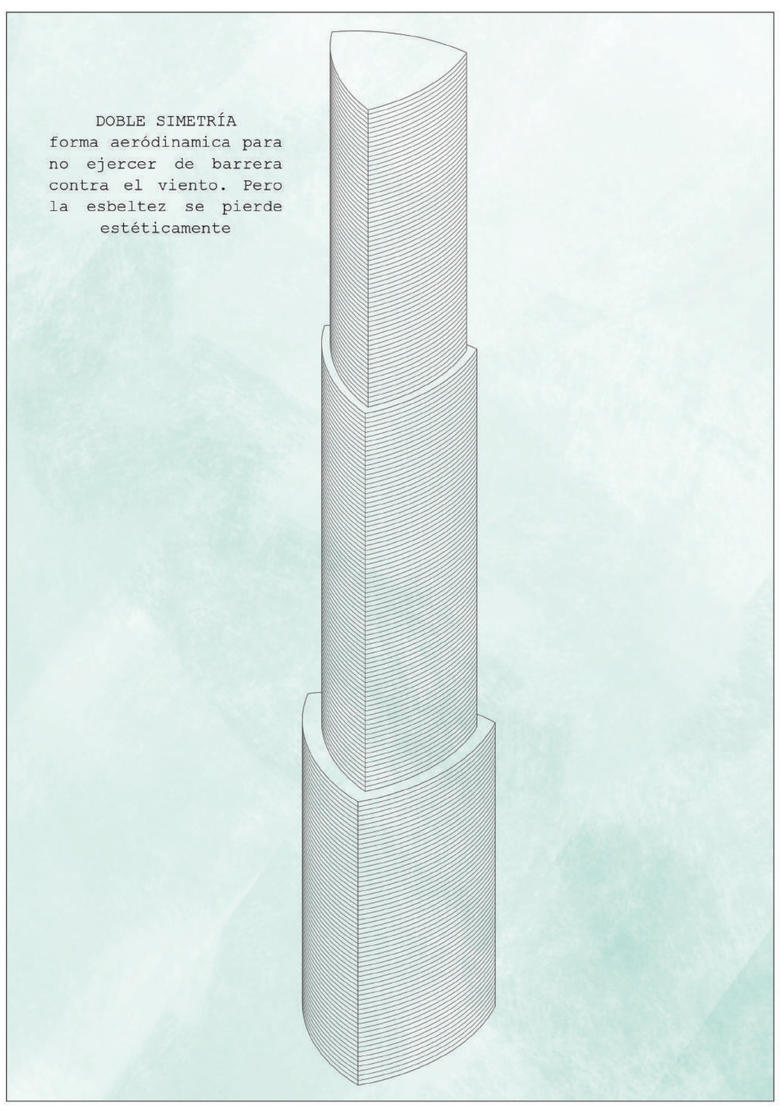
Tras escoger una serie de criterios con respecto a la sección en planta y en alzado, se analizarán los modelos más óptimos en base a características técnicas y estéticas para crear la nube. Con lo que las 3 últmias plantas cumplirían los condicionantes de :

doble simetría que evita la torisión
cantos redondeados
formas aerodinámicas
diseño en función de la dirección del viento

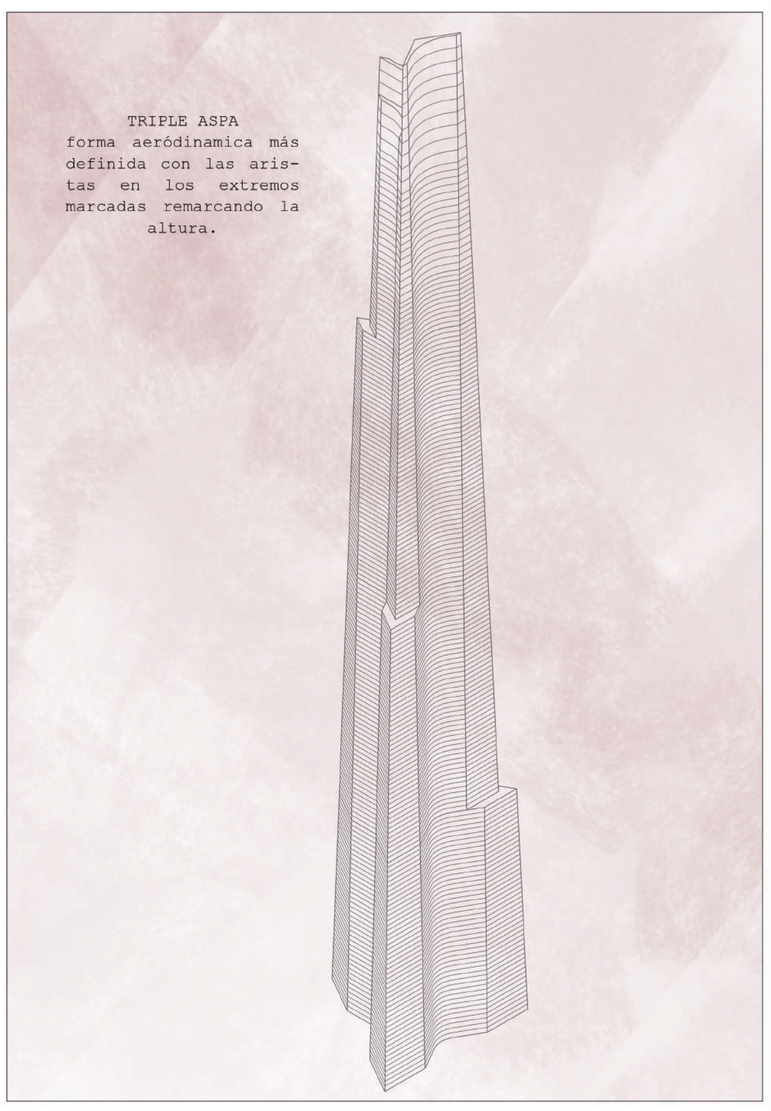
Todas ellas se analizan en 3 dimensiones como volumen para ver el impacto que resultaría en la ciudad



CANTOS REDONDEADOS
da como resultado un cuaerpo estéticamente muy pesado en base al resultado buscado.



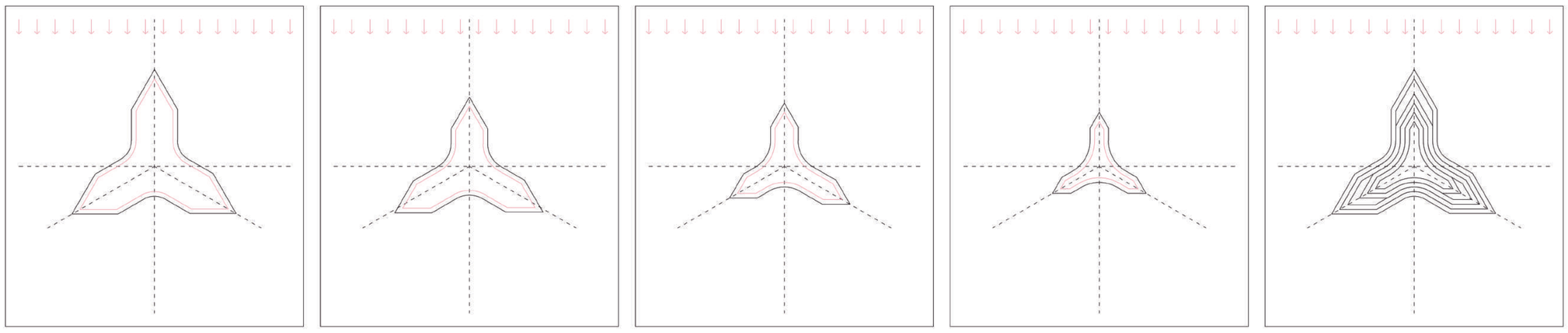
DOBLE SIMETRÍA
forma aeródinamica para no ejercer de barrera contra el viento. Pero la esbeltez se pierde estéticamente



TRIPLE ASPA
forma aeródinamica más definida con las aristas en los extremos marcadas remarcando la altura.

Se ha analizado en base a los modelos anteriores cuales serían las condiciones de diseño más óptimas desde el punto de vista estructural para aligerar un edificio en altura.

Por lo que una vez definidas las condiciones de contorno y geométricas del edficio, se procede al análisis en el tunel de viento para evaluar si los valores de presión, succión, bajadas de presión y velocidades de viento son óptimos.
A continuación se muestran las plantas resultantes que configuran una nueva versión de "pirámide". Que harán posible la contrucción de la nube.



FASE DE DISEÑO: CONDICIONES DE CONTORNO _ GEOMETRÍA
DISEÑO DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO EN FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA

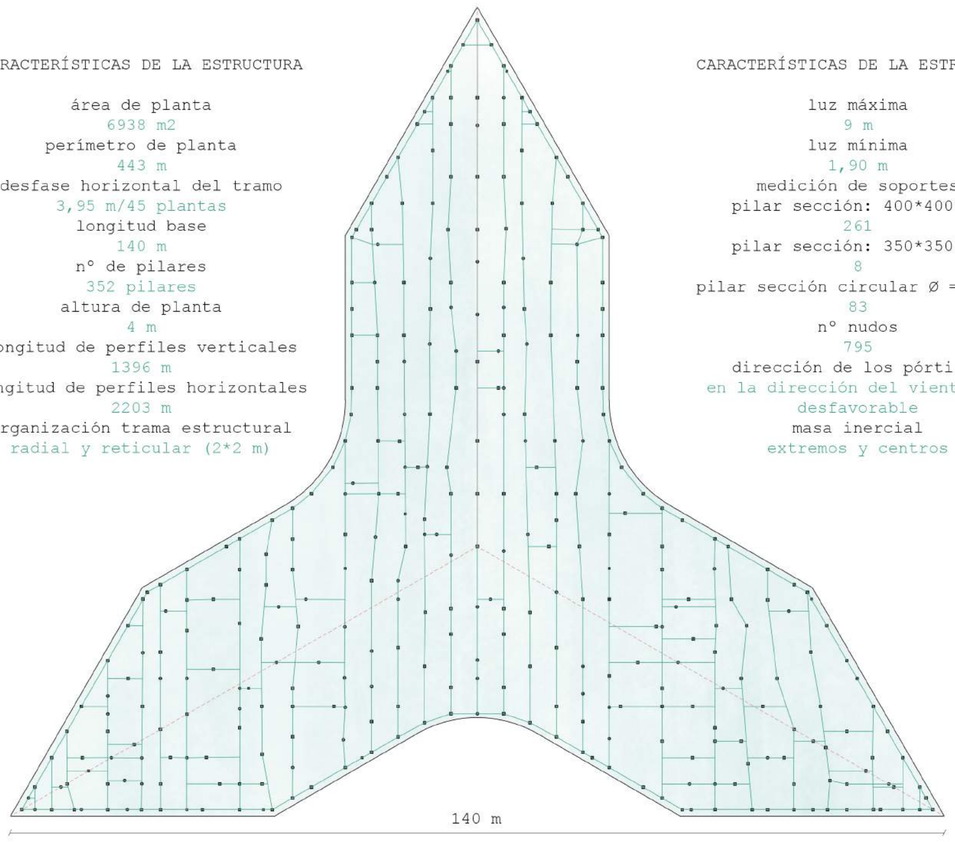
PLANTA SECCIÓN TIPO 1

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

área de planta
6938 m2
perímetro de planta
443 m
desfase horizontal del tramo
3,95 m/45 plantas
longitud base
140 m
nº de pilares
352 pilares
altura de planta
4 m
longitud de perfiles verticales
1396 m
longitud de perfiles horizontales
2203 m
organización trama estructural
radial y reticular (2*2 m)

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

luz máxima
9 m
luz mínima
1,90 m
medición de soportes
pilar sección: 400*400 mm
261
pilar sección: 350*350 mm
8
pilar sección circular Ø =350 mm
83
nº nudos
795
dirección de los pórticos
en la dirección del viento más desfavorable
masa inercial
extremos y centros



E 1/650

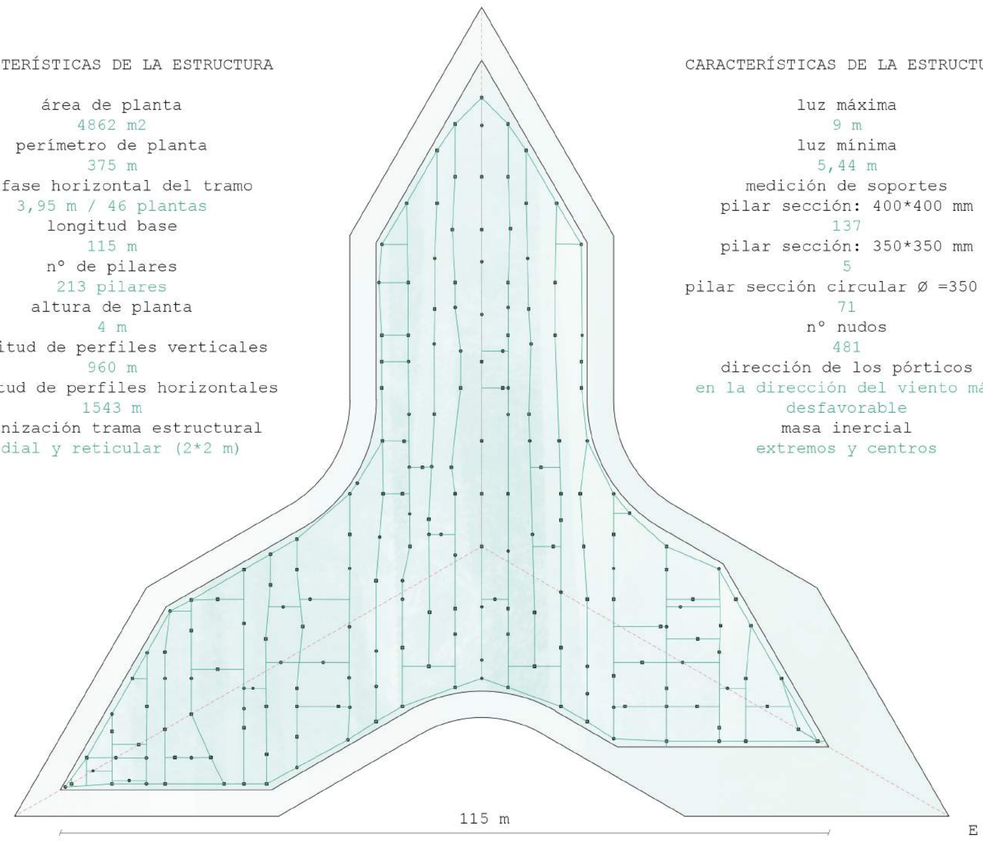
PLANTA SECCIÓN TIPO 2

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

área de planta
4862 m2
perímetro de planta
375 m
desfase horizontal del tramo
3,95 m / 46 plantas
longitud base
115 m
nº de pilares
213 pilares
altura de planta
4 m
longitud de perfiles verticales
960 m
longitud de perfiles horizontales
1543 m
organización trama estructural
radial y reticular (2*2 m)

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

luz máxima
9 m
luz mínima
5,44 m
medición de soportes
pilar sección: 400*400 mm
137
pilar sección: 350*350 mm
5
pilar sección circular Ø =350 mm
71
nº nudos
481
dirección de los pórticos
en la dirección del viento más desfavorable
masa inercial
extremos y centros



E 1/650

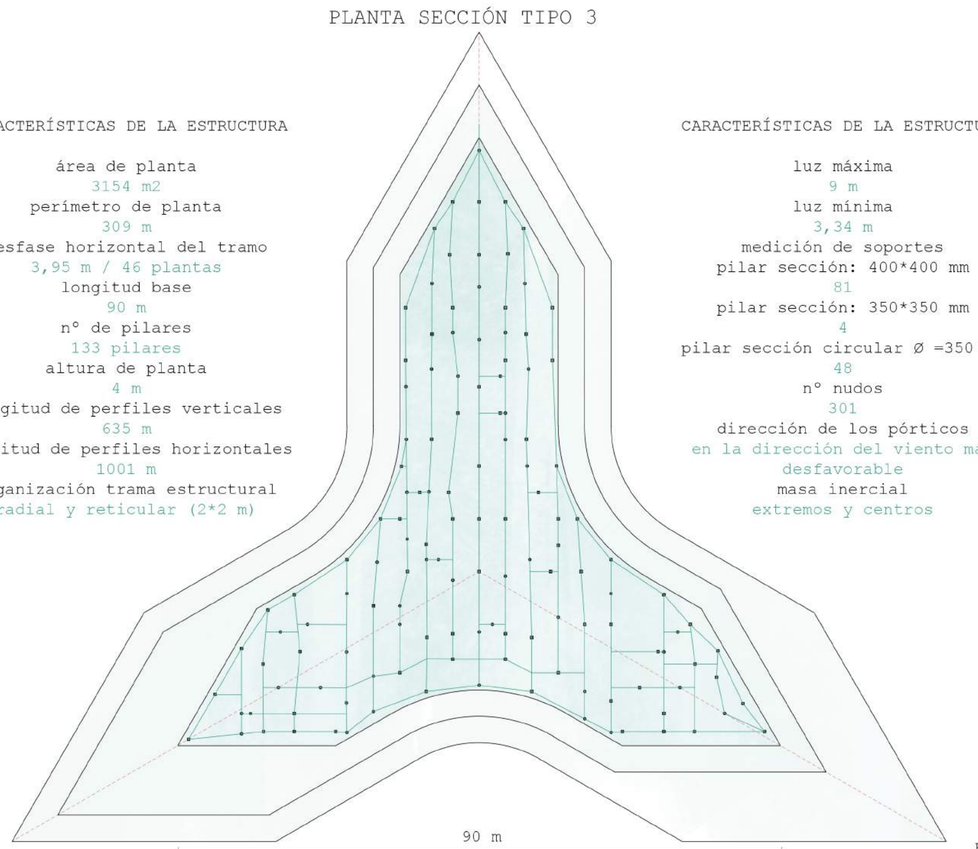
PLANTA SECCIÓN TIPO 3

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

área de planta
3154 m2
perímetro de planta
309 m
desfase horizontal del tramo
3,95 m / 46 plantas
longitud base
90 m
nº de pilares
133 pilares
altura de planta
4 m
longitud de perfiles verticales
635 m
longitud de perfiles horizontales
1001 m
organización trama estructural
radial y reticular (2*2 m)

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

luz máxima
9 m
luz mínima
3,34 m
medición de soportes
pilar sección: 400*400 mm
81
pilar sección: 350*350 mm
4
pilar sección circular Ø =350 mm
48
nº nudos
301
dirección de los pórticos
en la dirección del viento más desfavorable
masa inercial
extremos y centros



E 1/650

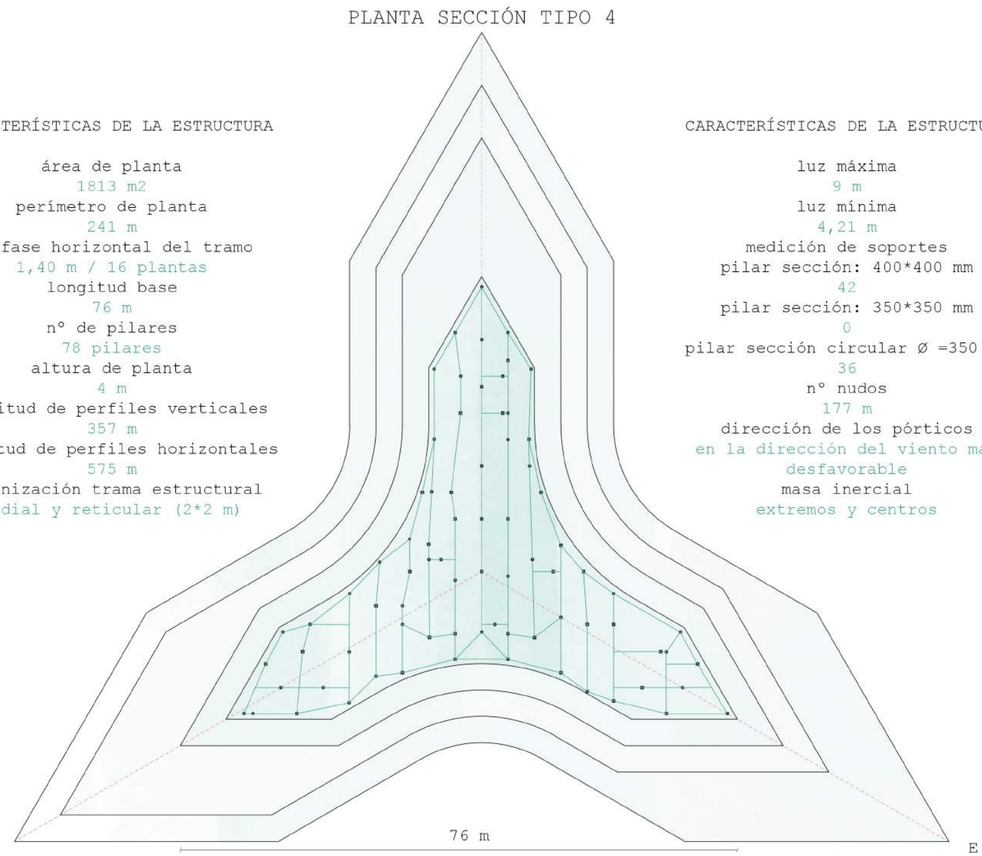
PLANTA SECCIÓN TIPO 4

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

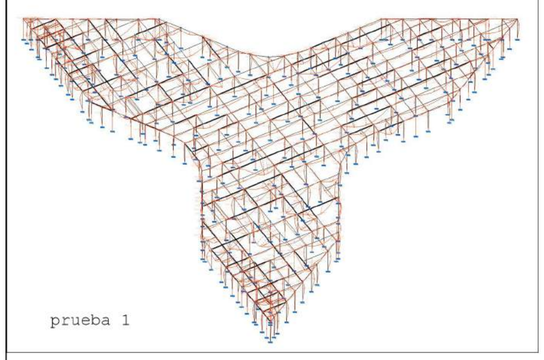
área de planta
1813 m2
perímetro de planta
241 m
desfase horizontal del tramo
1,40 m / 16 plantas
longitud base
76 m
nº de pilares
78 pilares
altura de planta
4 m
longitud de perfiles verticales
357 m
longitud de perfiles horizontales
575 m
organización trama estructural
radial y reticular (2*2 m)

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

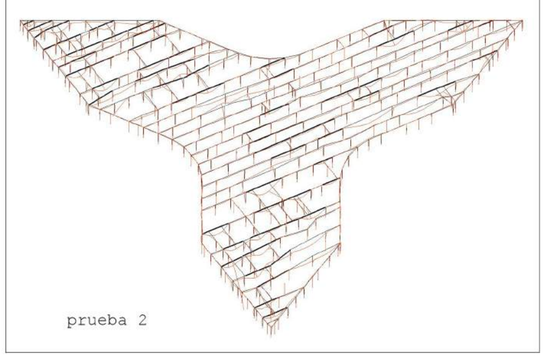
luz máxima
9 m
luz mínima
4,21 m
medición de soportes
pilar sección: 400*400 mm
42
pilar sección: 350*350 mm
0
pilar sección circular Ø =350 mm
36
nº nudos
177 m
dirección de los pórticos
en la dirección del viento más desfavorable
masa inercial
extremos y centros



E 1/650



prueba 1



prueba 2

MEDICIÓN NIVEL VERTICAL

PRUEBA 2

PERFILES
HEB100: 544 m
HEB 120: 332 m
HEB 140: 272 m
HEB 160: 140 m
HEB 180: 80 m
HEB 200: 44 m
HEB 220: 8 m
HEB 240: 8 m
HEB 260: 4 m

PESO TOTAL
41,675 tn

MEDICIÓN NIVEL HORIZONTAL

PRUEBA 2

PERFILES
IPE 80: 39,90 m
IPE 100: 30 m
IPE 120: 41 m
IPE 140: 71 m
IPE 160: 102 m
IPE 180: 145 m
IPE 200: 84,25 m
IPE 240: 221 m

PERFILES
IPE 240: 8 m
IPE 270: 168 m
IPE 300: 39,90 m
IPE 330: 30 m
IPE 360: 41 m
IPE 400: 71 m
IPE 160: 102 m
IPE 450: 145 m

PESO TOTAL
113,60 tn

CONCLUSIONES DEL CÁLCULO

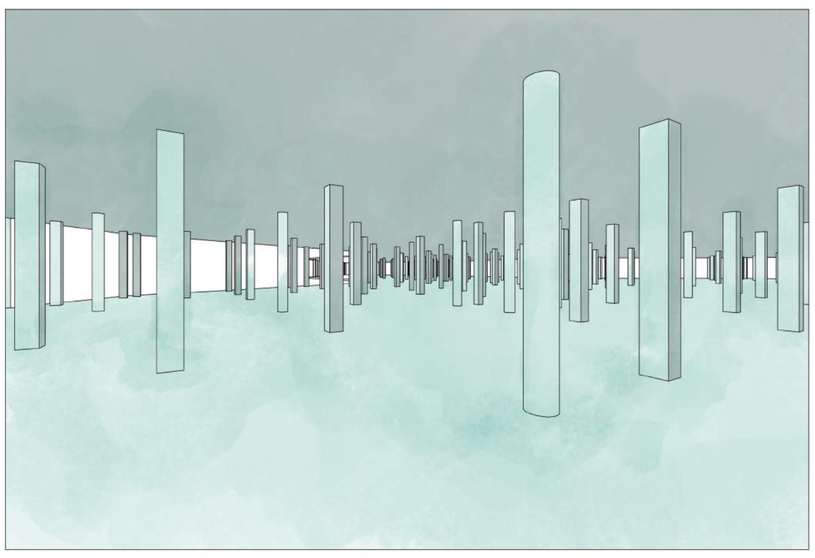
PRUEBA 2

PERFILES
luz máxima:
9 m
sección pilar mínima:
0,30*0,30 m
masa inercial:
extremos alas
centro
uniones:
rígidas en 2 direcciones
uso de brochales

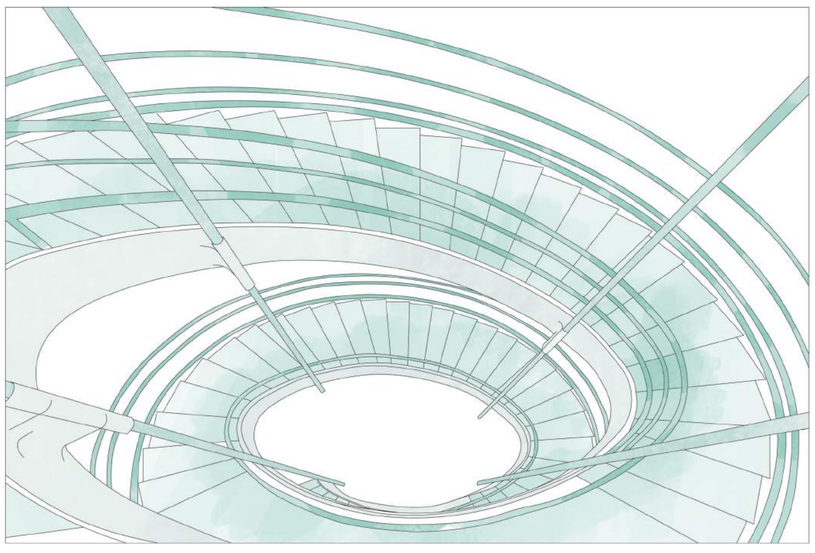
FASE DE DISEÑO: ESTRUCTURA

ESTRUCTURA DE CADA UNA DE LAS SECCIONES

INTERIOR DEL ESPACIO: MATERIALIZACIÓN DE LA NUBE



INTERIOR NÚCLEO COMUNICACIÓN: ESCALERA



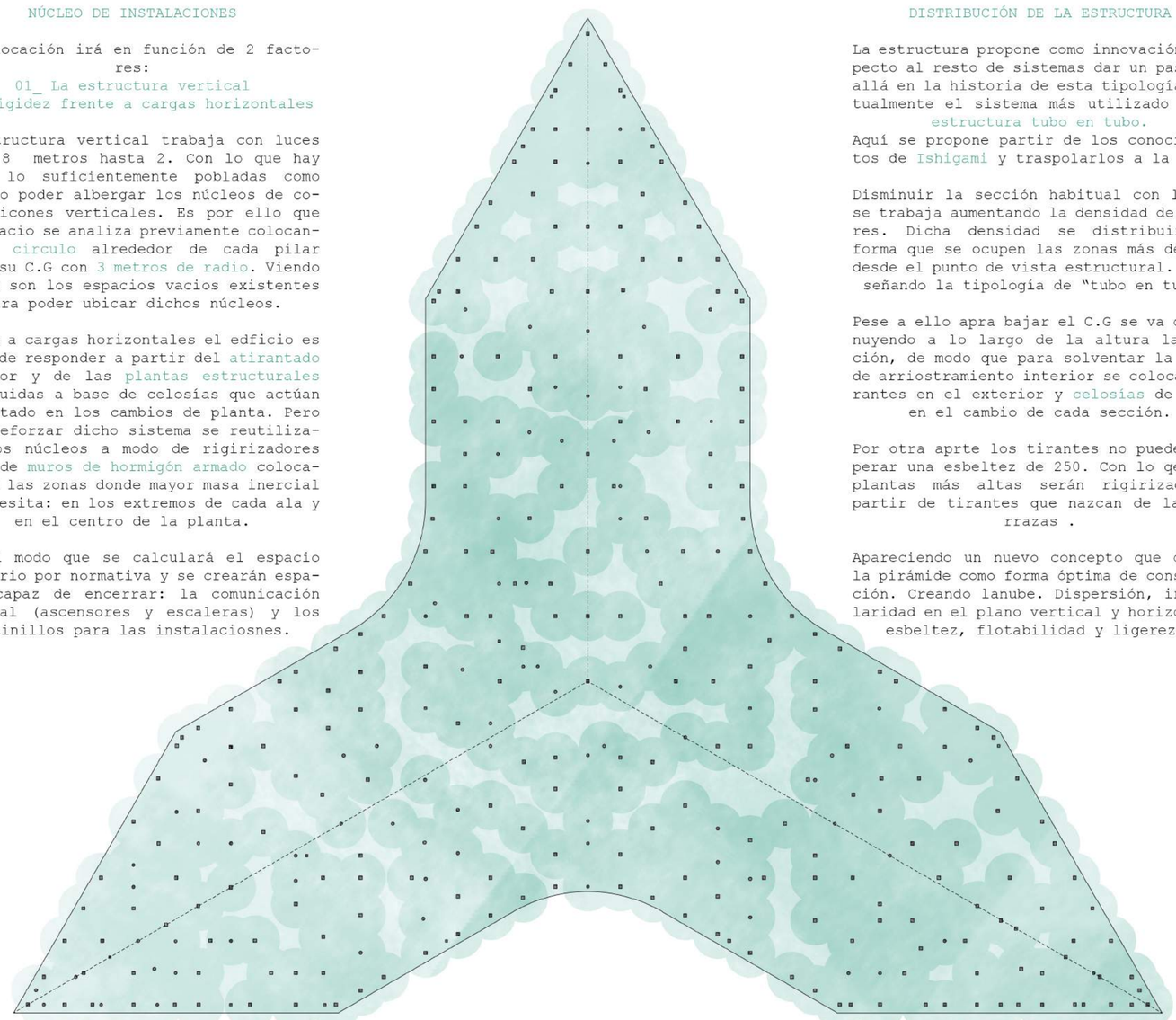
NÚCLEO DE INSTALACIONES

Su colocación irá en función de 2 factores:
01_ La estructura vertical
02_ Rigidez frente a cargas horizontales

La estructura vertical trabaja con luces desde 8 metros hasta 2. Con lo que hay zonas lo suficientemente pobladas como para no poder albergar los núcleos de comunicaicones verticales. Es por ello que el espacio se analiza previamente colocando un circulo alrededor de cada pilar desde su C.G con 3 metros de radio. Viendo cuales son los espacios vacios existentes para poder ubicar dichos núcleos.

Frente a cargas horizontales el edficio es capaz de responder a partir del atirantado exterior y de las plantas estructurales contituidas a base de celosías que actúan como atado en los cambios de planta. Pero para reforzar dicho sistema se reutilizarán los núcleos a modo de rigirizadores Abase de muros de hormigón armado colocados en las zonas donde mayor masa inercial se necesita: en los extremos de cada ala y en el centro de la planta.

De tal modo que se calculará el espacio necesario por normativa y se crearán espacios capaz de encerrar: la comunicación vertical (ascensores y escaleras) y los patinillos para las instalaciosnes.



DISTRIBUCIÓN DE LA ESTRUCTURA

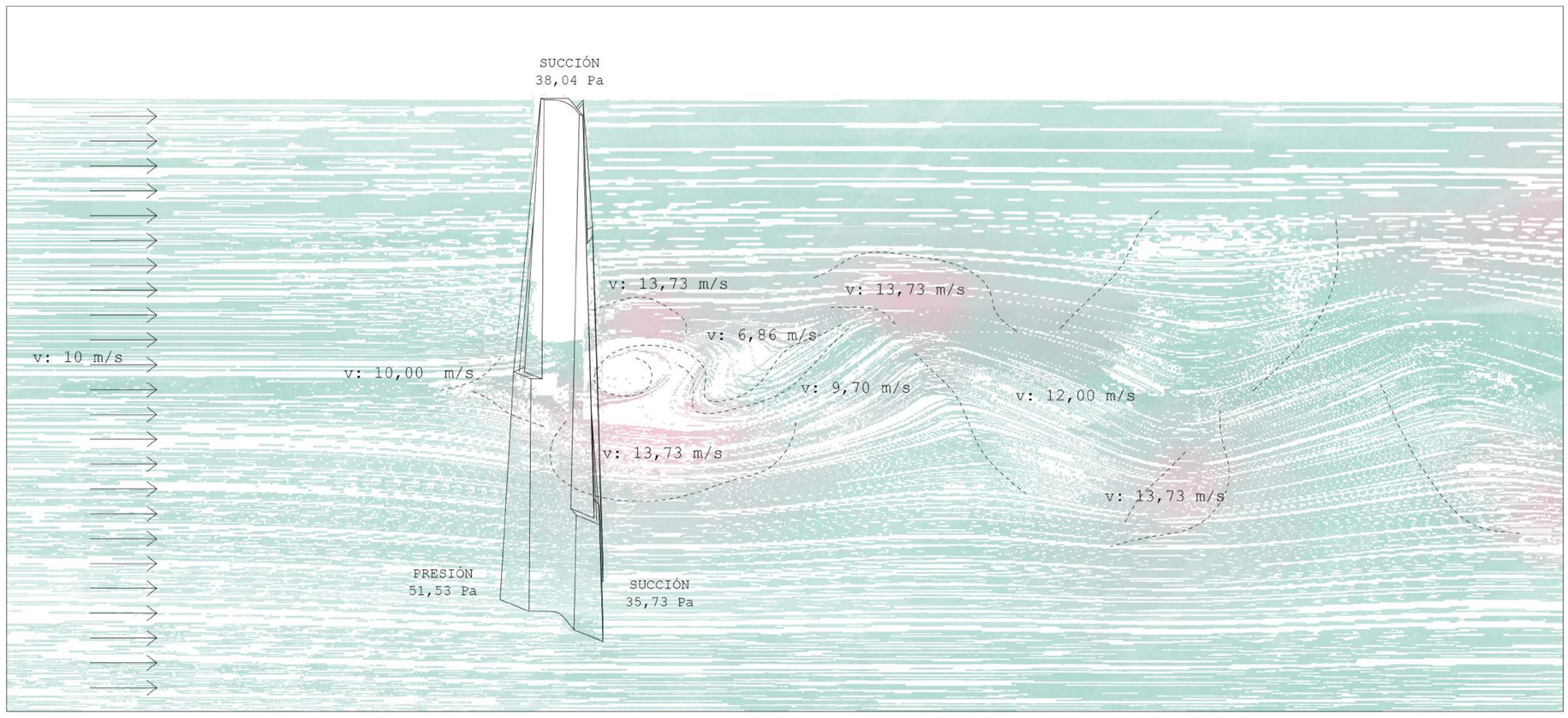
La estructura propone como innovación respecto al resto de sistemas dar un paso más allá en la historia de esta tipología. Actualmente el sistema más utilizado es la estructura tubo en tubo.
Aquí se propone partir de los conocimientos de Ishigami y traspolarlos a la altura

Disminuir la sección habitual con la que se trabaja aumentando la densidad de pilares. Dicha densidad se distribuirá de forma que se ocupen las zonas más débiles desde el punto de vista estructural. Rediseñando la tipología de "tubo en tubo".

Pese a ello apra bajar el C.G se va disminuyendo a lo largo de la altura la sección, de modo que para solventar la falta de arriostramiento interior se colocan tirantes en el exterior y celosías de atado en el cambio de cada sección.

Por otra aprte los tirantes no pueden superar una esbeltez de 250. Con lo qeu las plantas más altas serán rigirizadas a partir de tirantes que nazcan de las terrazas .

Apareciendo un nuevo concepto que define la pirámide como forma óptima de construcción. Creando lanube. Dispersión, irregularidad en el plano vertical y horizontal, esbeltez, flotabilidad y ligereza.



GEOMETRÍA RESULTANTE

Se ensaya a viento la influecia de la geometria de la envolvente exterior. En base a los ensayos analizados anteriomente se obtiene que la forma más eficaz desde el punto de vista estructural es la actualmente presentada.

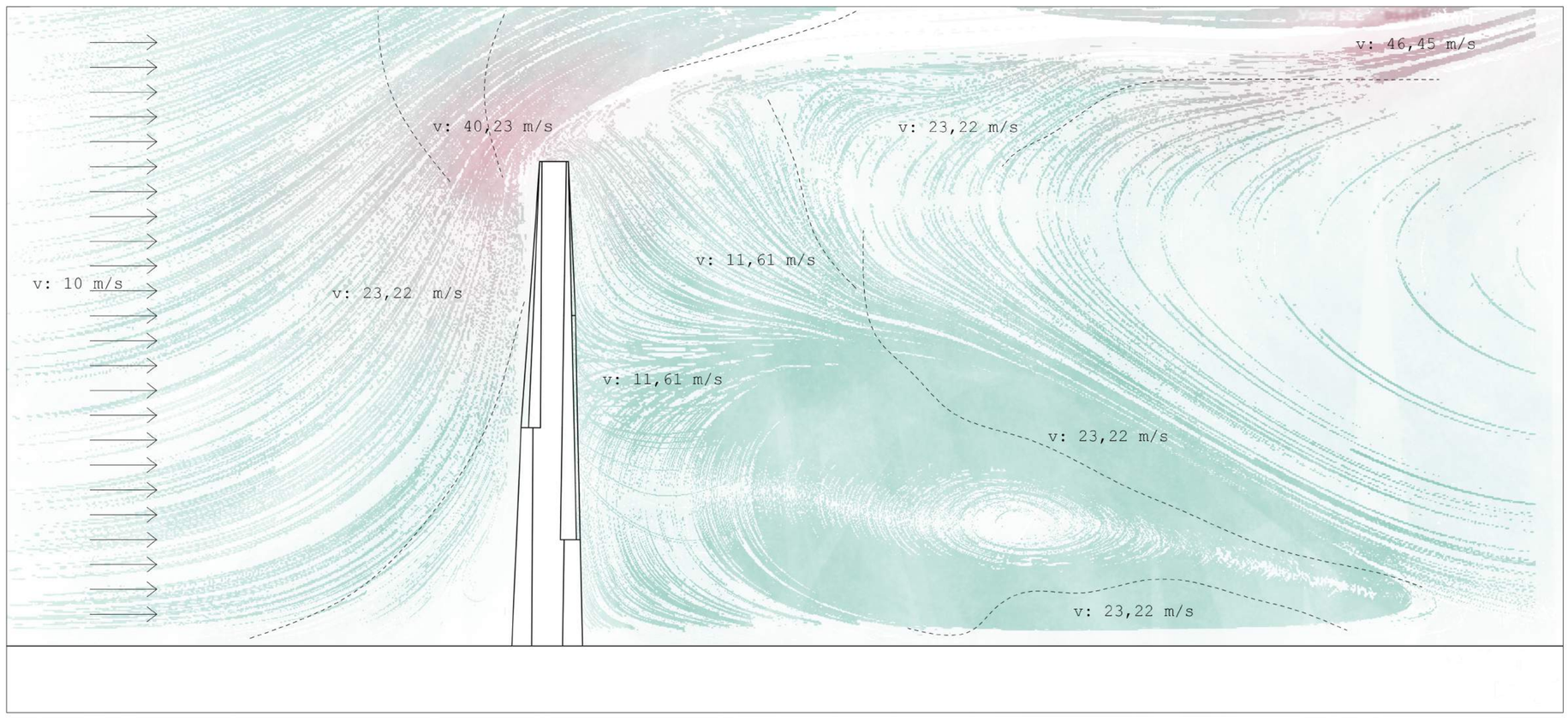
Lo que se pretende a continuación es comparar el edficio-resultante con una forma pura prismática de las mismas características. Comprobando la diferencia que supone estas mejoras en la estructura. Tanto la velocidad del viento como las diferencias de presión que provocan los movimientos bajan.

GEOMETRÍA RESULTANTE
CARACTERSITICAS DEL EDFICIO
altura: 828 m
base: 140 m
esbeltez: 5,91
nº plantas: 153 + amortiguador de masas
altura de cada planta: 4 m

CARACTERSITICAS DE LA GEOMETRÍA FINAL
nº pilares planta baja: 352 + tirantes exteriores
nº pilares planta alta: 78 + tirante exterior
sección pilares: 400*400 y 300*300 mm
material: perfil laminado de acero relleno de hormigón

GEOMETRÍA PRISMÁTICA PURA
CARACTERSITICAS DEL EDFICIO
altura: 828 m
base: 140 m
esbeltez: 5,91
nº plantas: 153 + amortiguador de masas
altura de cada planta: 4 m

CARACTERSITICAS DE LA GEOMETRÍA FINAL
nº pilares planta baja: 90
nº pilares planta alta: 90
sección pilares: 700*700 mm
material: hormigón armado



GEOMETRÍA RESULTANTE PLANTEADA

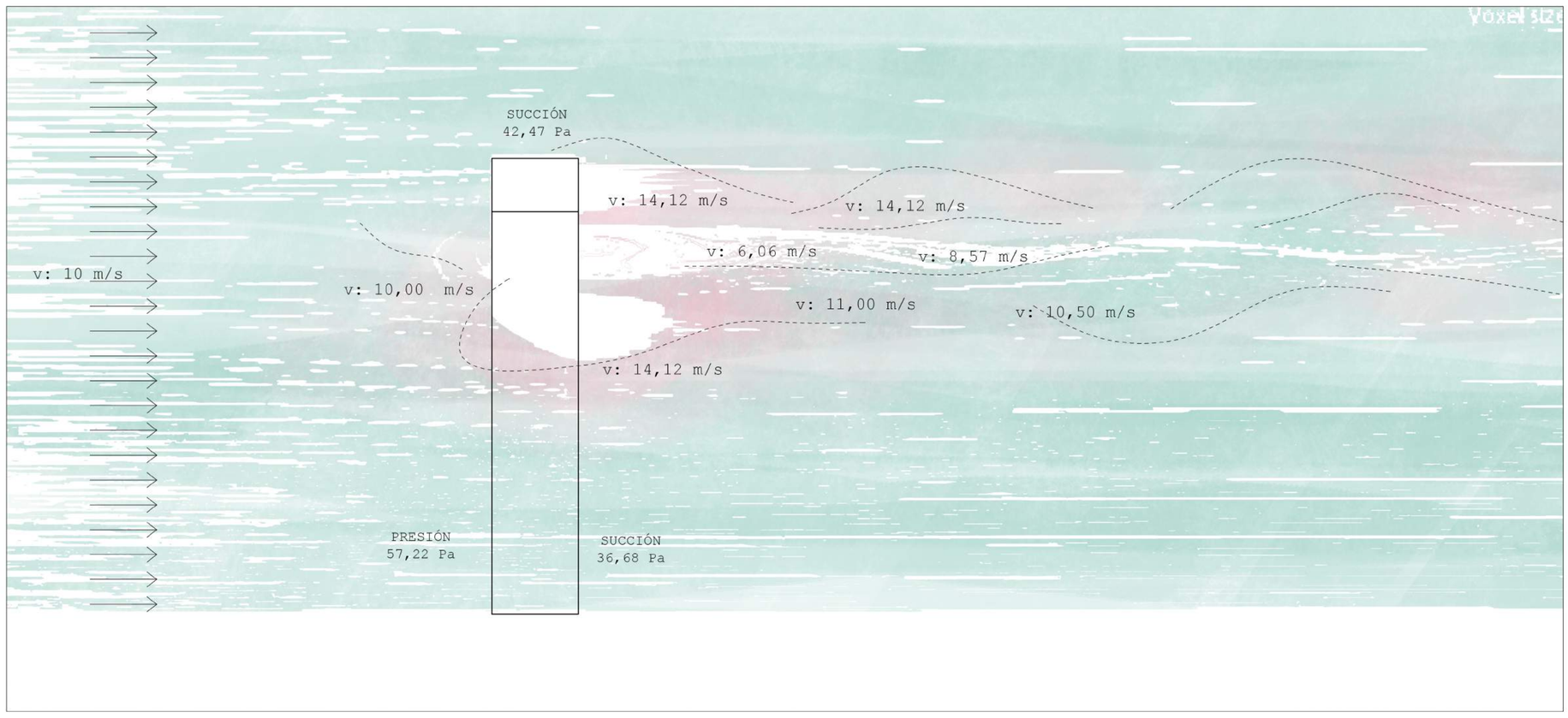
ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección en aspa
no constante en todo su recorrido
ángulos rectos y redondeados
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 13,73 m/s

ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección en aspa
no constante en todo su recorrido
ángulos rectos y redondeados
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 40,23 m/s

GEOMETRÍA PRIMÁTICA PURA

ANÁLISIS PLANO HORIZONTAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada
constante en todo su recorrido
ángulos rectos
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 14,12 m/s

ANÁLISIS PLANO VERTICAL
velocidad de viento: 10 m/s
sección cuadrada
constante en todo su recorrido
ángulos rectos
doble simetría: se evita tensión
velocidad máxima contorno edficio: 40,20 m/s



JERARQUIZACIÓN PROGRAMA

La distribución del programa irá en función de la altura de planta. Ya que el viento se trata de una carga que aumenta con la altura. Por lo que a medida que se crezca los huecos en fachada irán disminuyendo en su tamaño. Además de no poder ser practicables en la mayoría de los casos. siendo estas las directrices para organizar el programa

P_1
Plantas: 0-45

El primer paquete son las plantas más bajas, las cuales pueden organizar el programa como un edficio no perteneciente a la categoría de altura. Permite que los huecos sean practicables al exterior por lo que los usos más óptimos serían aquellos que exijan ventilación e iluminación natural tales como aulas de colegios, viviendas,... Además algo que le diferencia sobre el resto es que sobre este paquete existe una planta pública ajardniada abierta al exterior que posibilita la existencia de un patio interior. Con ello se permite que el interior del edficio esté iluminado y des la posibilidad de invadir dicho espacio sin necesidad de ir a los perímetros para tener conexión con el exterior.

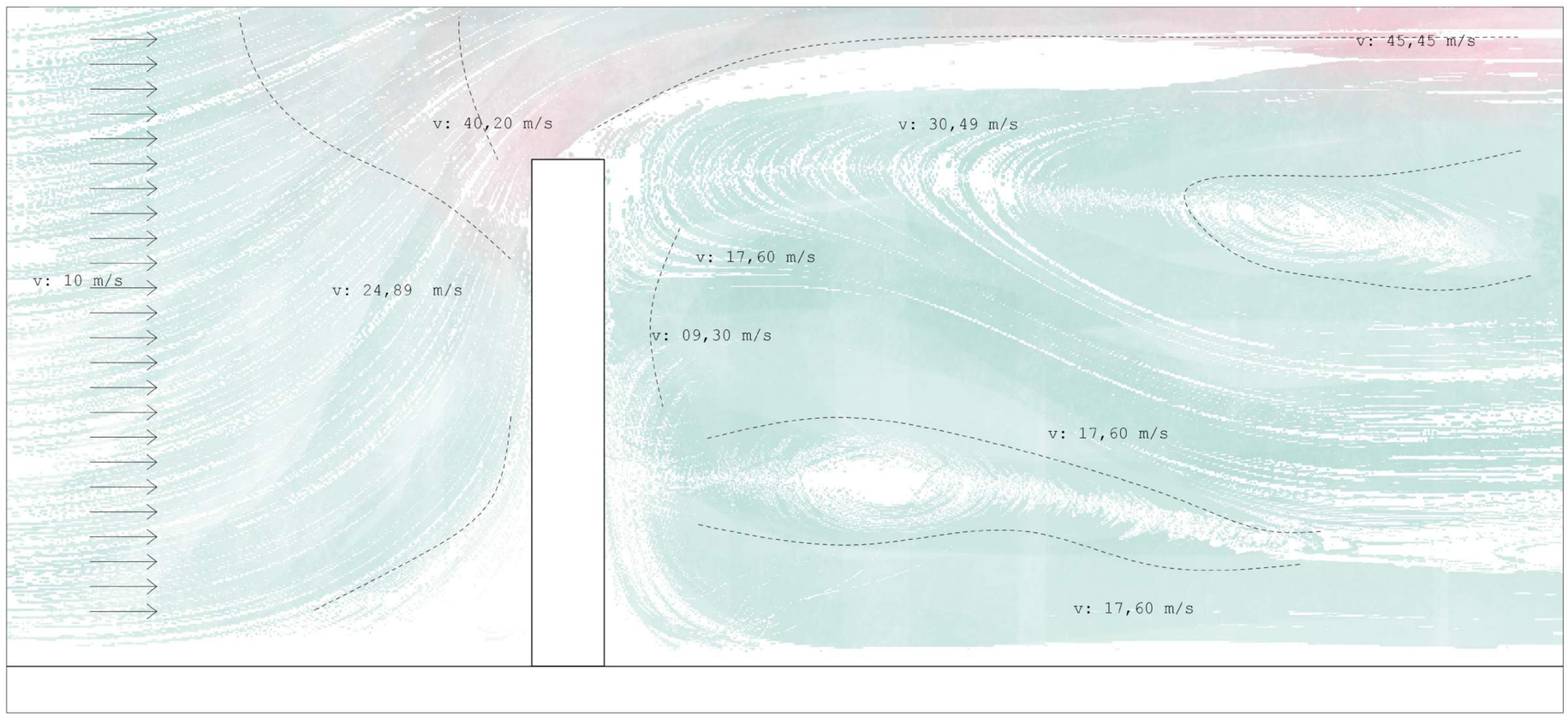
P_2
Plantas: 49-95

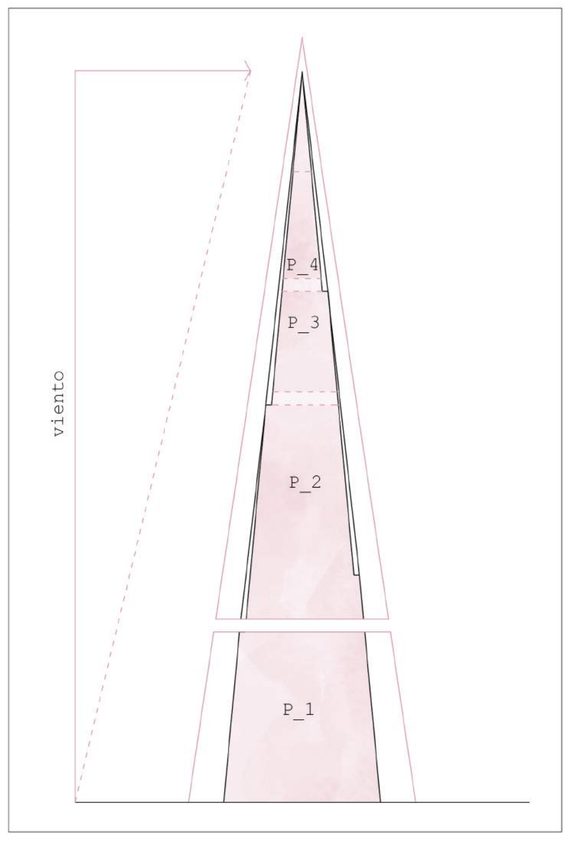
Existe conexión visual con el exterior pese a que las ventanas estén reforzadas y no sean, en su mayoría, practicables. Por lo que los programas compatibles con dichas características serían tales que: hoteles, oficinas, hospitales,...

P_3 - P_4
Plantas: 99-153

Los huecos disminuyen su tamaño y no son practicables.La fuerza del viento puede ser tal que imposibilite algunos huecos . Como pasa en algunos de los edficios existentes como el John Hancock. Por lo que, pese a que no puedan abrirse, para posibilitar la existencia de los mismos la doble envolvente de vidrio será la responsable de amortigur gran parte de esta fuerza. Pudiendo compatginar programas como: audiorios, salas de cine, museos, ...

FASE DE DISEÑO: CCOMPROBACIÓN FLOW DESIGN
COMPROBACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO ENSAYADAS





CARACTERÍSTICAS GENERALES

USO	ALTURA (m)	ALTURA PLANTA (m)	Nº DE PLANTAS	SUPERFICIE G (m2)	SUPERFICIE P (m2)	SUPERFICIE MEDIA (m2)	SUPERFICIE TOTAL (m2)
vivienda	180	4	45	6.937	5.268	6.102,50	274.612,50
hotel	184	4	46	4.862	3.458	4.160	191.360
oficina	184	4	46	3.154	2.016	2.585	118.910
restaurante	64	4	16	1.813	940	1.376,50	22.024
planta técnica	32	4	8	5.268	940	3.104	24.832
planta estructural	16	4	4	5.268	940	3.104	12.416
total	660	4	165			6102,50	644.154,50

OCUPACIÓN DE PERSONAS

USO	M2/PERSONA	SUPERFICIE USO (m2)	Nº PERSONA/PLANTA	SUPERFICIE TOTAL(m2)	Nº PERSONAS TOTAL
vivienda	20	6102,50	305	274612,50	13.731
hotel	10	4160	416	191.360	19.136
oficina	20	2585	129	118.910	5.946
restaurante	10	1.376,50	138	22.024	2.202
total				606.906,50	41.015

DISMENSIONADO DE LA ESCALERA

USO	Nº TOTAL DE PERSONAS	ANCHO NECESARIO (m)	Nº PERSONAS QUE CUBRE	Nº ESCALERAS	Nº PERSONAS TOTAL	ANCHO UTILIZADO (m)	Nº TOTAL DE PERSONAS	TRAMO MÁX EVACUACION(m)	TRAMO EVACUACIÓN (m)
paquete 1: vivienda	41.015	2,30	21.413	5	107.065	2,30	107.065	50	37,50
paquete 2: hotel	27.284	2,30	21.413	4	85.652	2,30	107.065	50	35,60
paquete 3: oficina	8.148	1,30	8.809	2	17.618	2,30	42.826	50	49,80
paquete 4: restaurante	2.202	1,00	6.016	2	12.032	2,30	42.826	50	41,20

NÚMERO DE ASCENSORES

EDIFICIO	BURJ KHALIFA		LA NUBE
ALTURA ÚIIL	587	ALTURA ÚIIL	660
Nº ASCENSORES	15	Nº ASCENSORES	17
METROS/ASCENSOR	39	METROS/ASCENSOR	39

NÚMERO DE ASCENSORES

USO	ALTURA MÁXIMA	Nº ASCENSORES MIN	Nº ASCENSORES REAL
paquete 1: vivienda	180	17	19
paquete 2: hotel	364	14	15
paquete 3: oficina	548	7	7
paquete 4:restaurante	612	5	7
total	660		19

PLANTAS TÉCNICAS

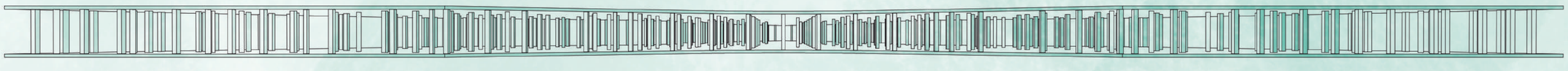
PLANTA TÉCNICA	PLANTAS QUE ABARCA	ALTURA QUE ABARCA	ALTURA SITÚADA	PRESIÓN NECESARIA	USO
1	20	80	80	216 mca	vivienda
2	20	80	162	216 mca	vivienda
3	20	80	243	216 mca	hotel
4	20	80	324	216 mca	hotel
5	20	80	405	216 mca	hotel + oficina
6	20	80	486	216 mca	oficina
7	20	80	567	216 mca	oficina
8	8	32	648	208 mca	restaurante

SANEAMIENTO	
BAJANTE 315	
UDS	9.240
EQUIPAMIENTO 1 BAJANTE	EQUIPAMIENTO 1 BAJANTE
Nº CUARTOS PP/BAJANTE	544
Nº CUARTOS PU/BAJANTE	117
Nº PLANTAS PP/BAJANTE	272
Nº PLANTAS PU/BAJANTE	56
Nº PLANTAS TOTAL	153
Nº BAJANTES 153 PP	1
Nº BAJANTES 153PU	3

SANEAMIENTO	
BAJANTE 250	
UDS	5.600
EQUIPAMIENTO 1 BAJANTE	EQUIPAMIENTO 1 BAJANTE
Nº CUARTOS PP/BAJANTE	329
Nº CUARTOS PU/BAJANTE	68
Nº PLANTAS PP/BAJANTE	165
Nº PLANTAS PU/BAJANTE	34
Nº PLANTAS TOTAL	153
Nº BAJANTES 153 PP	1
Nº BAJANTES 153PU	5

SANEAMIENTO	
PRIVADO	
BAÑO	8
COCINA	9
TOTAL	17
PRIVADO	
BAÑO	58
COCINA	24
TOTAL	82
PLANTAS OCUPADAS POR PROGRAMA	
NUBE	153

con lo que aprtiendo de lo que por norma y experiencia a lo largo de la historia, se demanda. Se propone que La Nube cumpla todos estos requisitos para poder ser construible en la actualidad
la nube es la encargada de recuperar un recorrido que se empezó en el en el s.XIX, con el uso de la piedra el acero y la llegada de la Primera Revolución Industrial (1820-1840)
demostrar que todavía se puede dar un paso más allá, crecer en altura, conocimiento y diseño
conseguir llegar a las nubes



"Sentado en un pequeño parque frente al Ayuntamiento de Tokio, observando a través de las rama de un cerezo mecido por la brisa está la construcción que cubre el cielo con su enorme masa.... Me vienen a la memoria las famosas palrbas de Le Corbusier: "Es una catástrofe, es una magnífica catástrofe""
Paolo Riami, L'Arca 1991

FASE DE DISEÑO: DIMENSIONADO
ADAPTACIÓN DE LA NUBE A LA NORMA

Planta técnica estructural_amortiguador de masas: 798 m

Planta técnica estructural: 596 m
Planta pública_ajardinada: 592 m
Planta técnica : 588 m

Planta técnica: 504 m

Planta técnica: 420 m

Planta técnica estructural: 380 m
Planta pública_ajardinada: 376 m

Planta técnica: 336 m

Planta técnica: 252 m

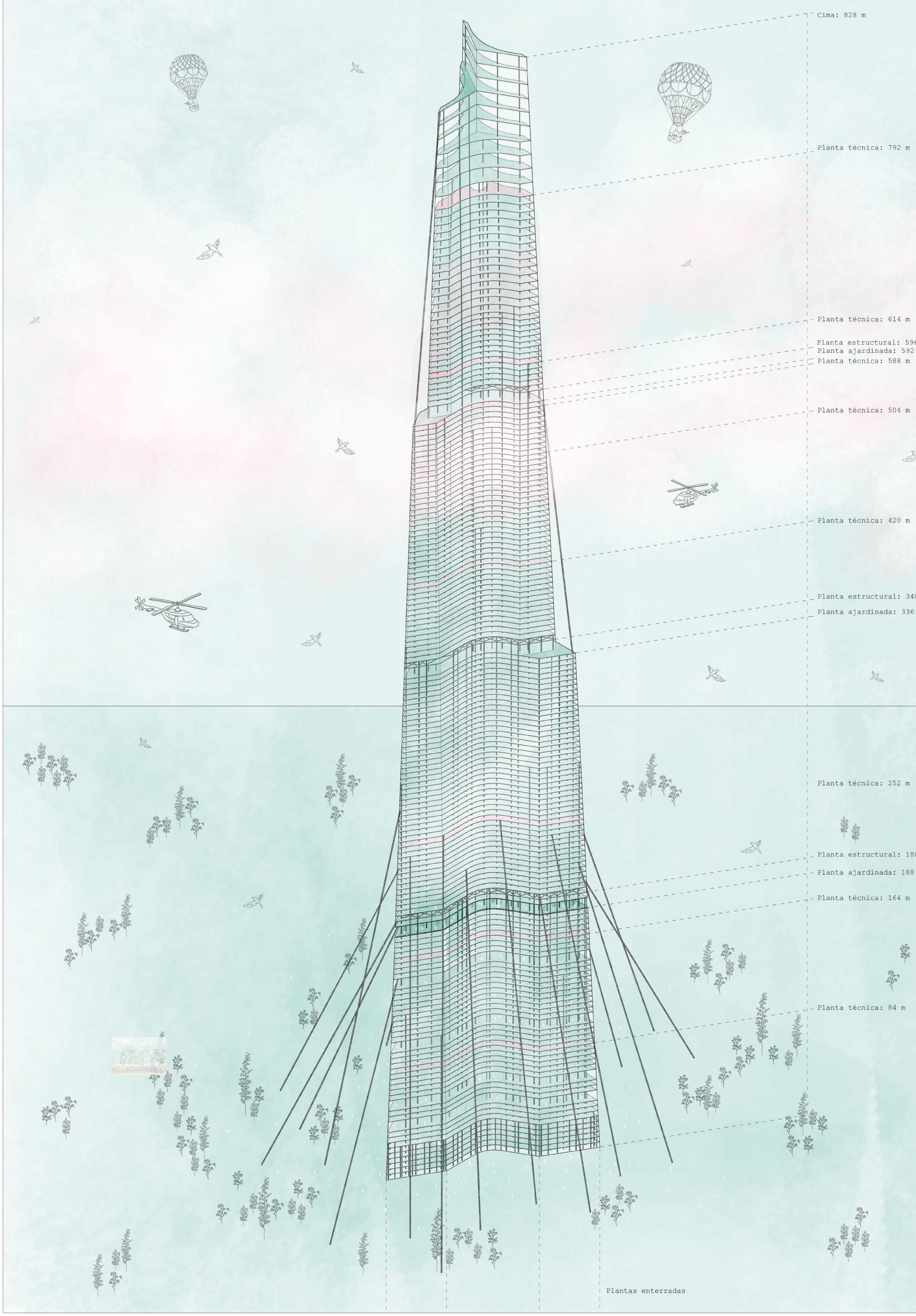
Planta técnica estructural: 188 m
Planta pública ajardinada: 184 m

Planta técnica: 168 m

Planta técnica: 84 m

Plantas enterradas

PROPUESTA: ESQUELETO DE LA NUBE
SECCIÓN DEL EDFICIO SIN SER HABITADO: ESTRUCTURA + NÚCLEO DE COMUNICACIONES + INSTALACIONES



PROPUESTA: EXTERIORDE LA NUBE

AXONOMETRÍA DEL EDFICIO JUNTO A SU ENTORNO

E: 1/250

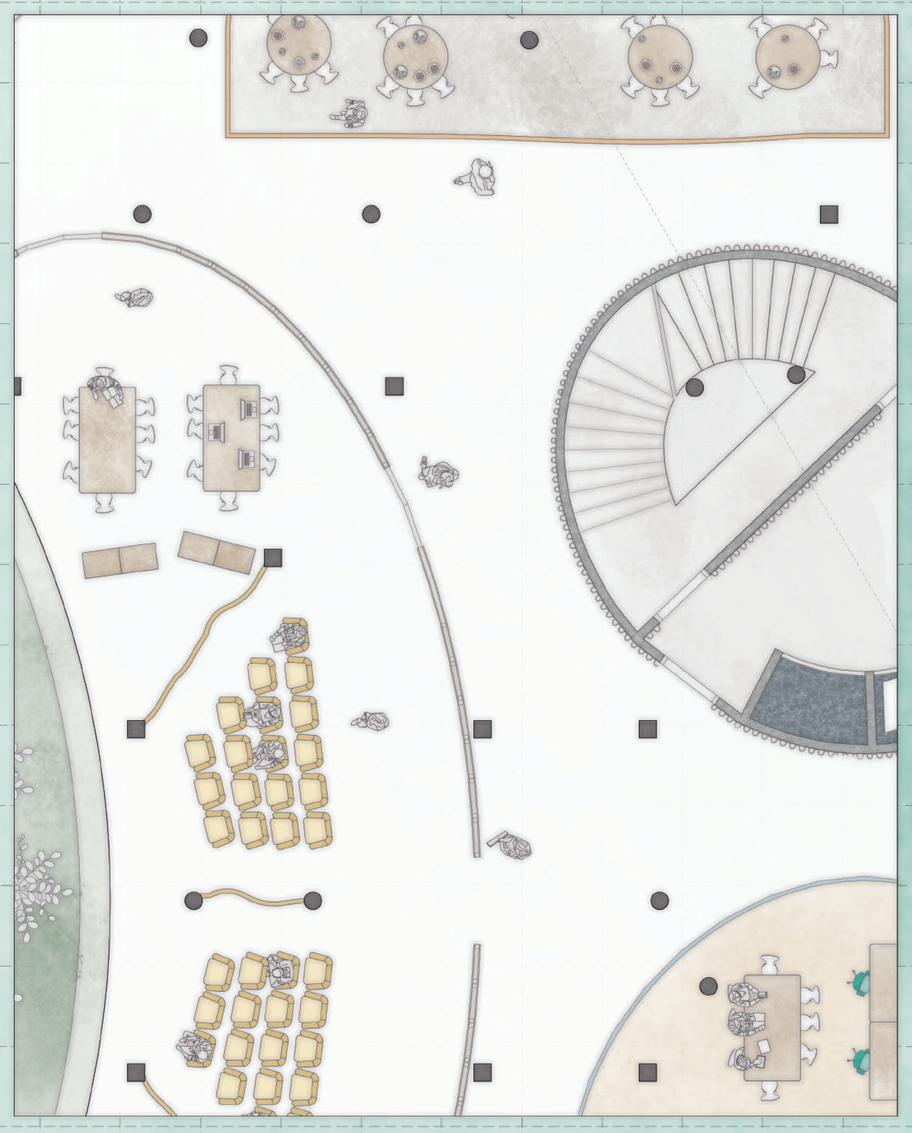
E: 1/100

PROPUESTA: VIVIVIENDAS

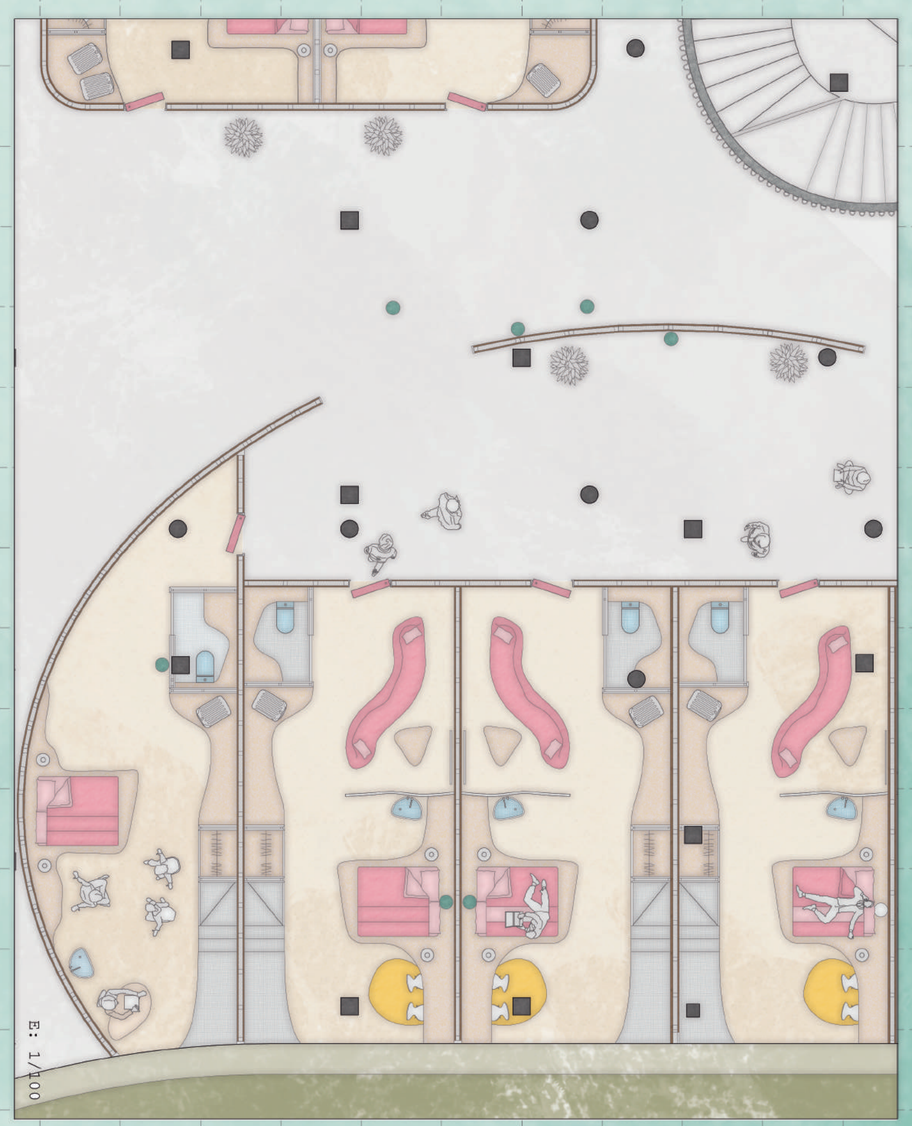
COMPATIBILIDAD DEL USO Y LA ESTRUCTURA: NUEVAS FORMAS DE VIVIR

PROPUESTA: HOTEL

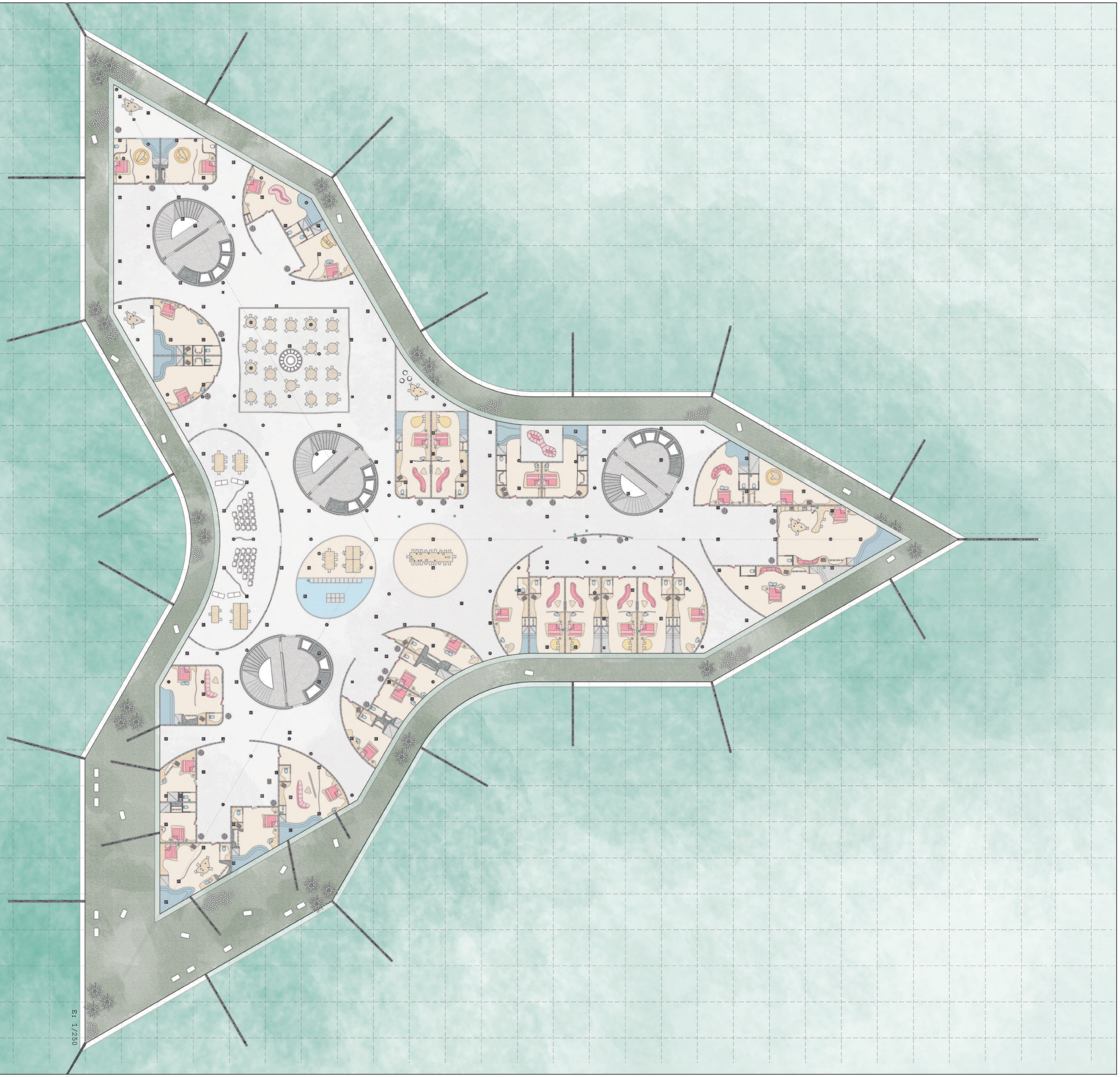
COMPATIBILIDAD DEL USO Y LA ESTRUCTURA: NUEVAS FORMAS DE VIVIR



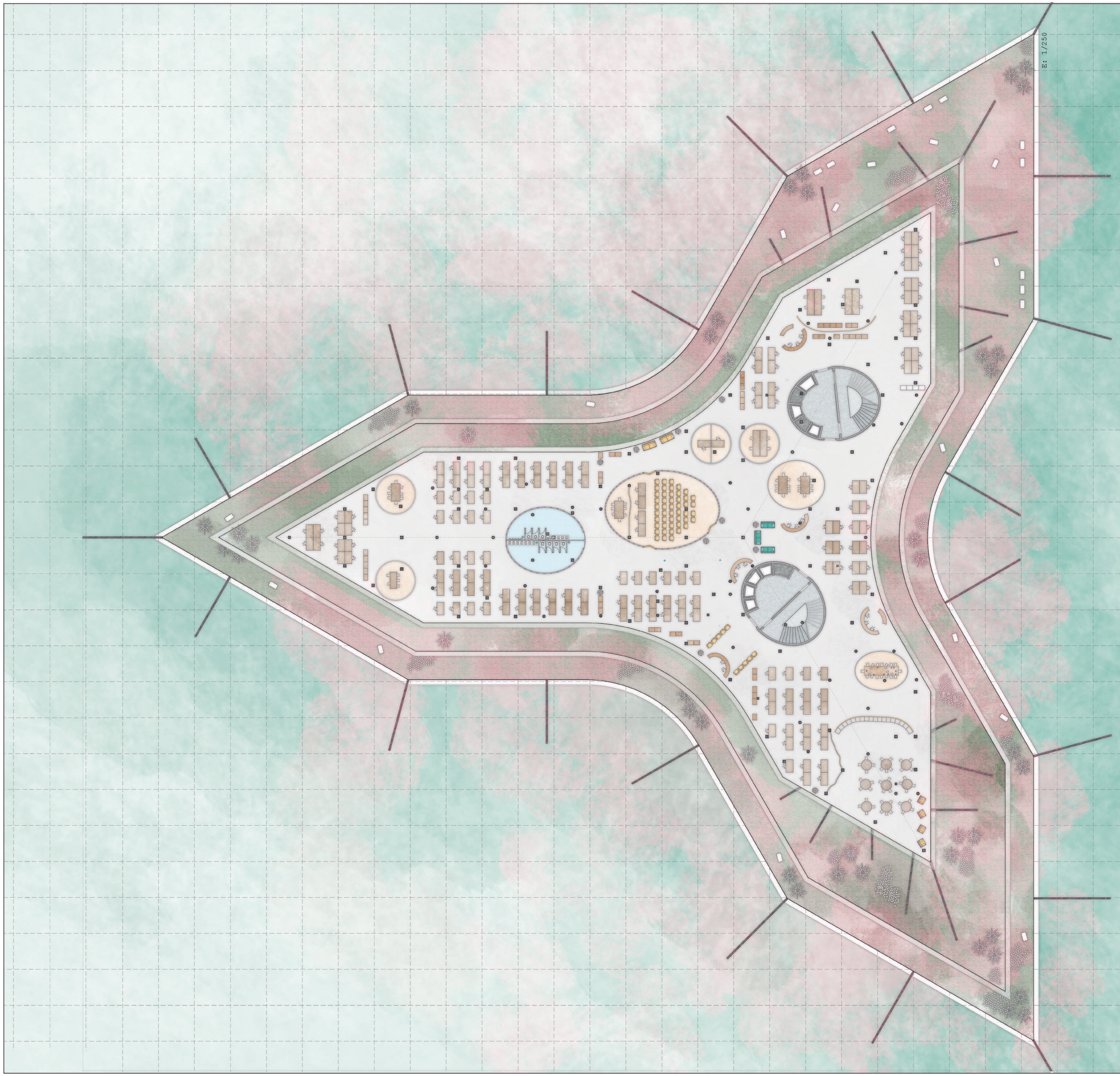
E: 1/100



E: 1/100



E: 1/250

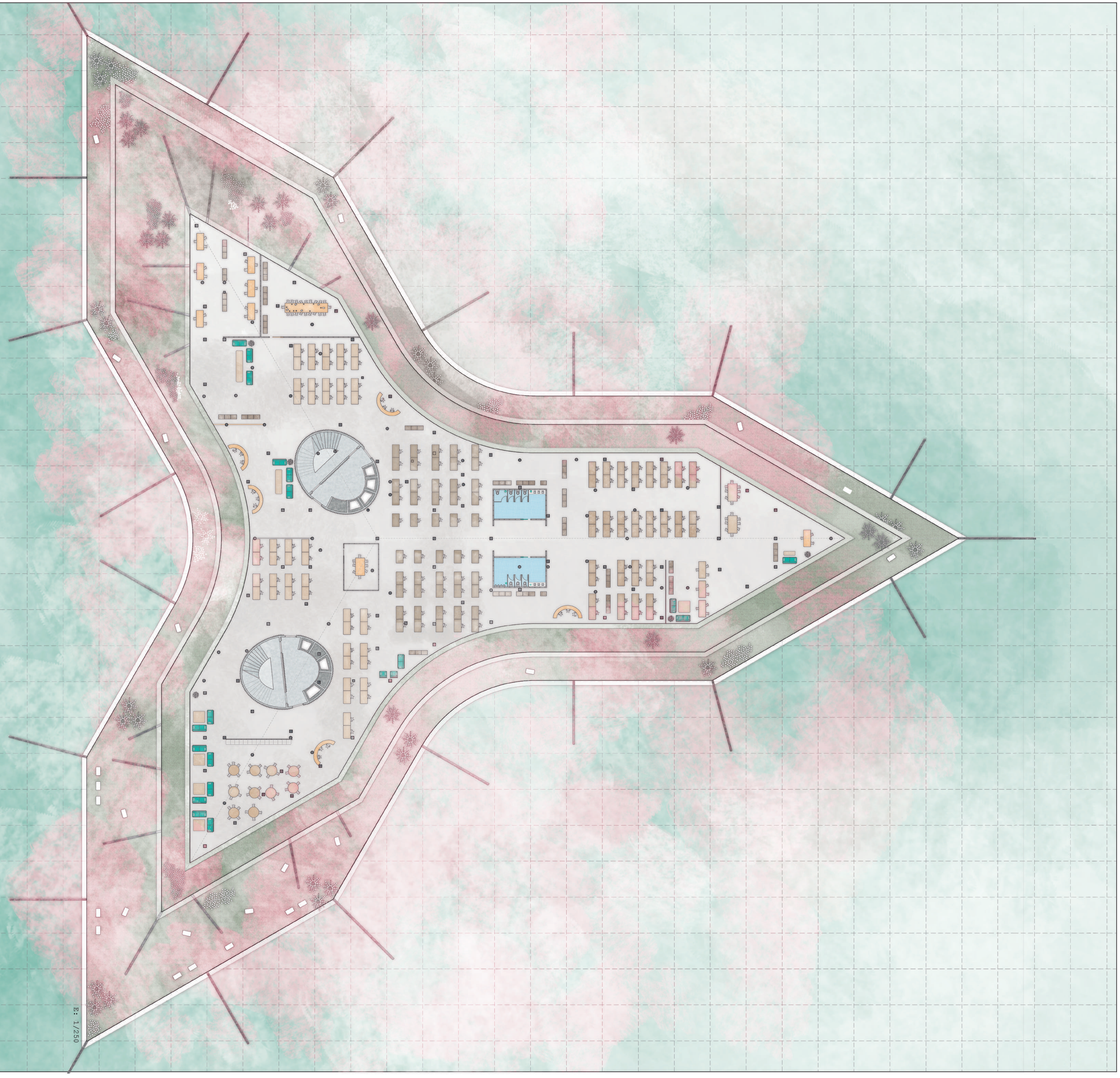


PROPUESTA: OFICINA PROPUESTA 2

COMPATIBILIDAD DEL USO Y LA ESTRUCTURA: NUEVAS FORMAS DE VIVIR

PROPUESTA: OFICINA_PROPUESTA 2

COMPATIBILIDAD DEL USO Y LA ESTRUCTURA: NUEVAS FORMAS DE VIVIR



E: 1/250

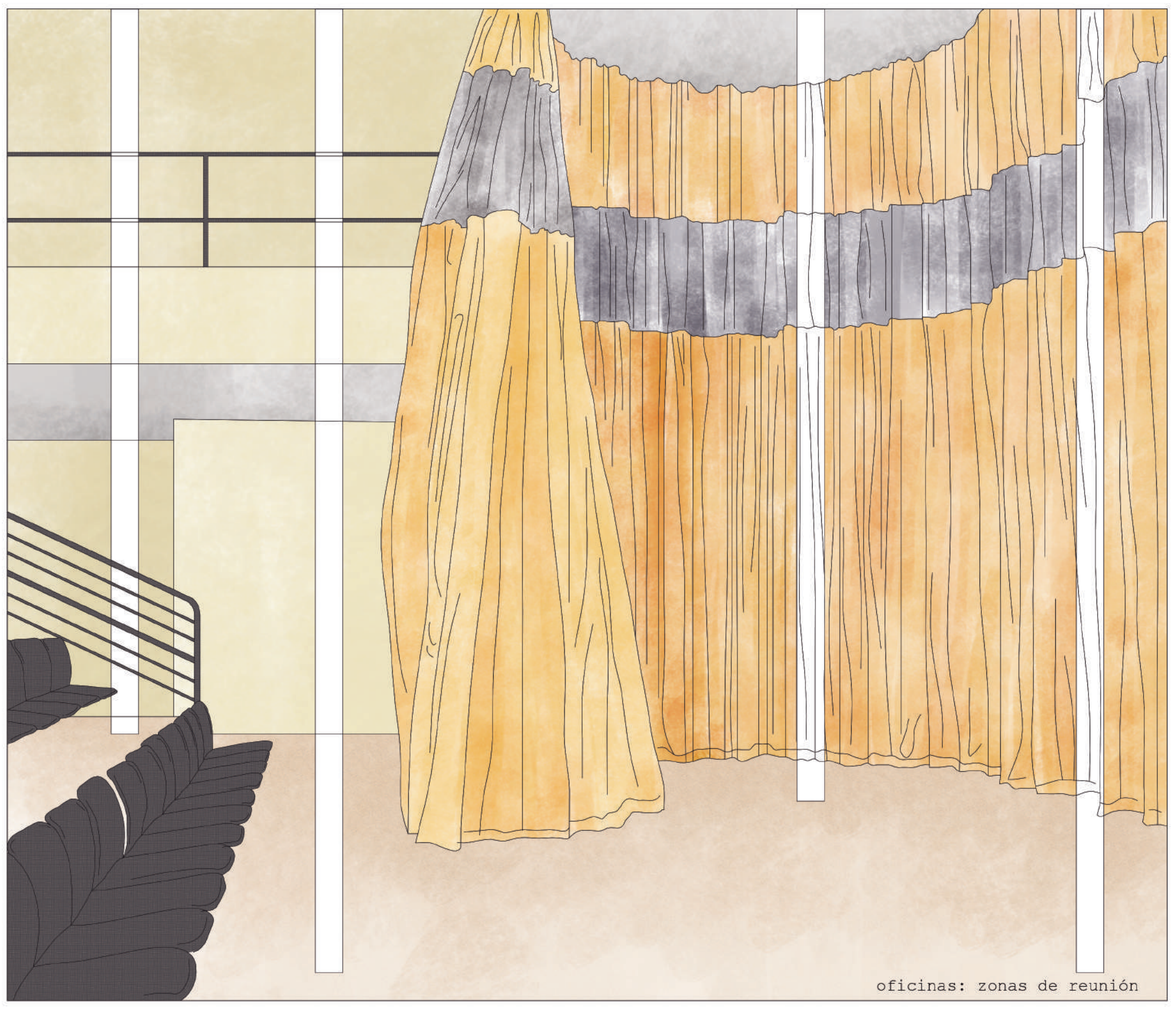
E: 1/100

PROPUESTA: RESTAURANTE

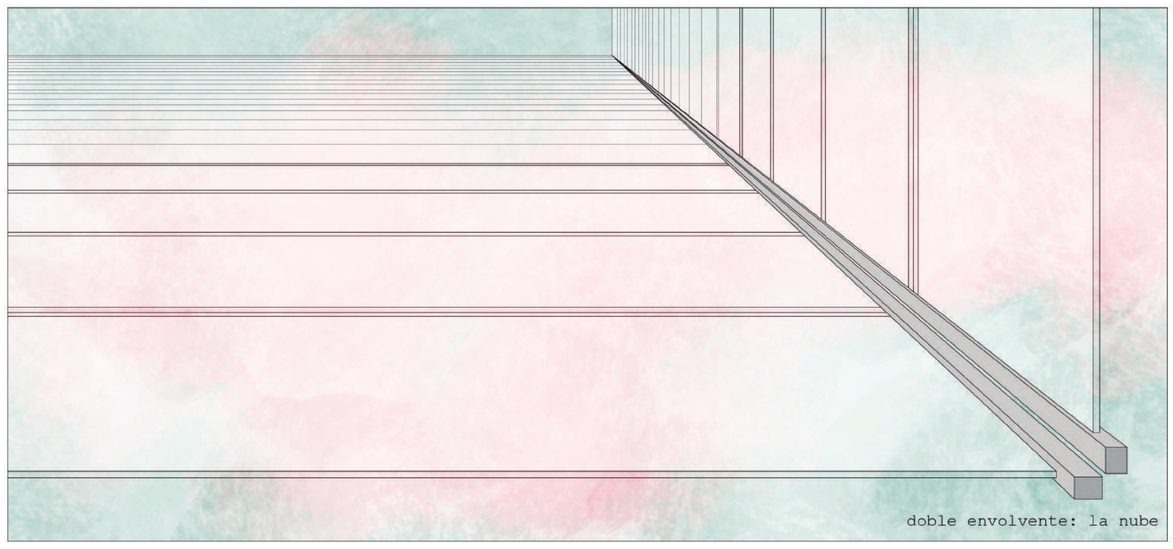
COMPATIBILIDAD DEL USO Y LA ESTRUCTURA: NUEVAS FORMAS DE VIVIR

viviendas en la nube: desarrollo vertical

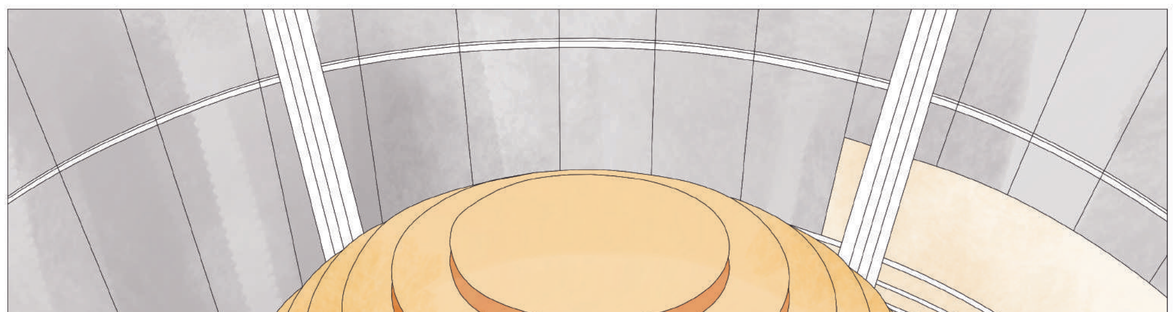
viviendas en la nube: desarrollo vertical



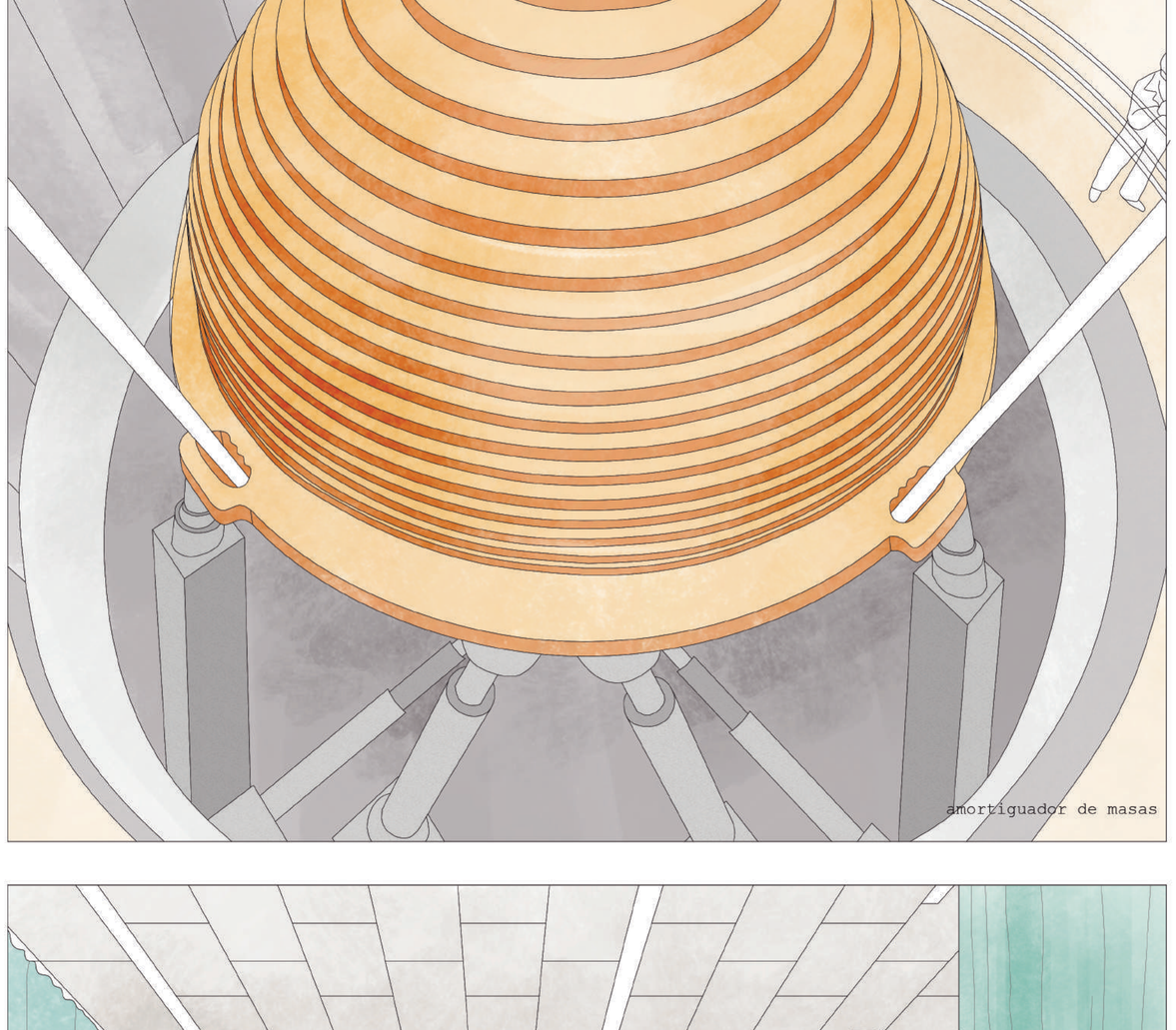
oficinas: zonas de reunión



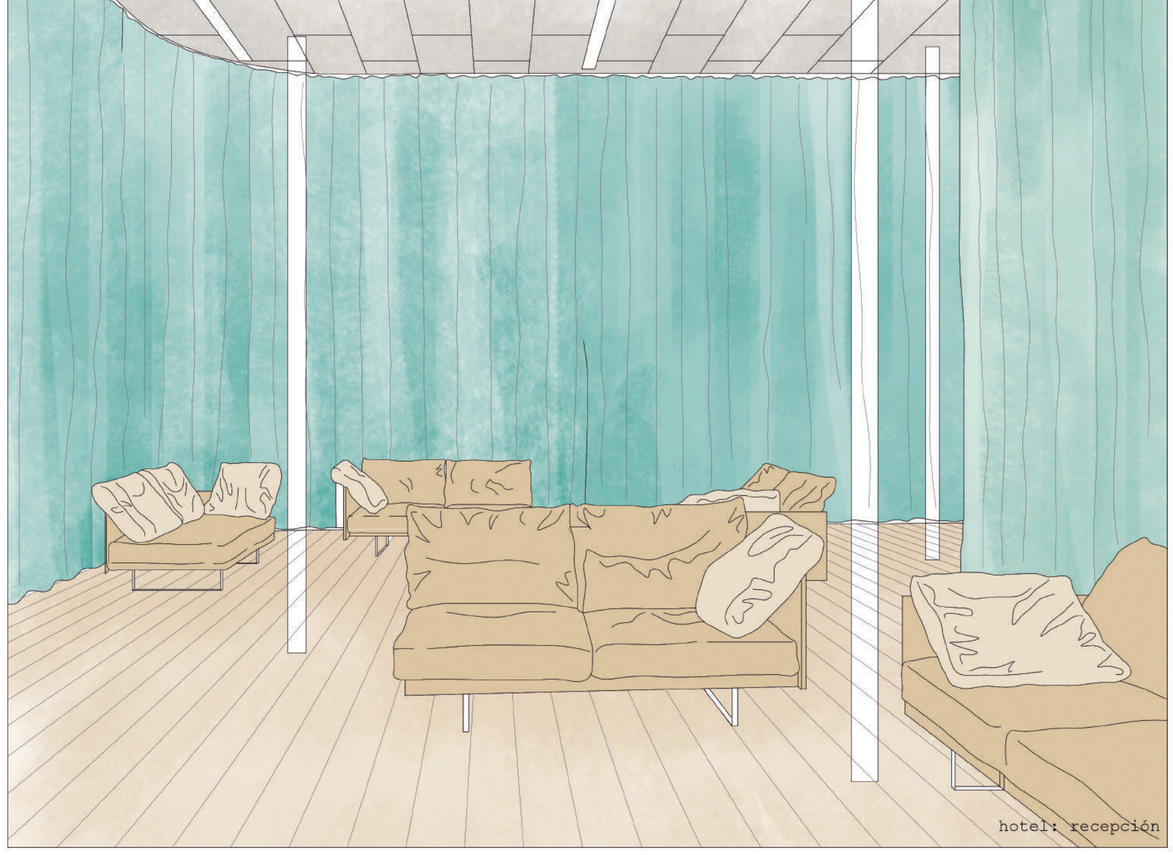
doble envolvente: la nube



amortiguador de masas



hotel: recepción



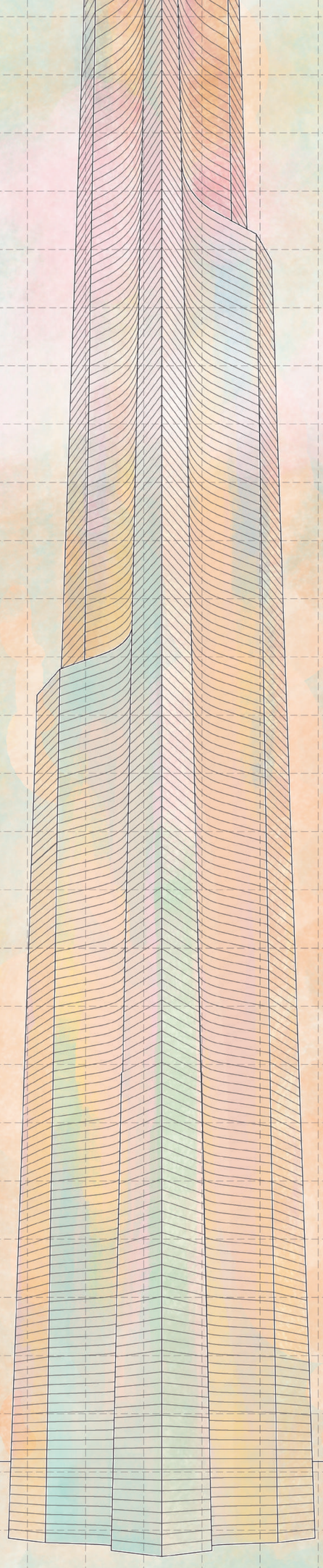
espacios más ligeros

PROPUESTA: DEFINICIÓN DE LOS ESPACIOS

DESARROLLO VERTICAL DEL PROGRAMA

BURJ KHALIFA	
peso total del edficio	500.000 tn
ESTRUCTURA	
hormigón ligero	
volumen	330.000 m3
densidad	850 Kg/m3
peso	280.500.000 kg
peso	280.500 tn
acero	
peso total del edficio	39.000 tn

LA NUBE	
hormigón ligero	
volumen 1 pilar	0,64 m3
nº pilares/planta	352
nº plantas	153
nº total de pilares	53.856
volumen total	34.467 m3
peso	29.297 tn
acero	
peso sección 1	155,70 tn
tamaño seccion 4	1/4 sección 1
peso sección 1	38,79 tn
peso sección 2	77,58 tn
peso sección 3	116,37 tn
peso sección 4	155,70 tn
nº plantas sección 1	47
nº plantas sección 2	48
nº plantas sección 3	48
nº plantas sección 4	17
peso total sección 1	7.292,99 tn
peso total sección 2	5.586,12 tn
peso total sección 3	3.714,08 tn
peso total seccion 4	659,47 tn
peso total del edficio	17.263.000 tn
peso total del edficio	17.263 tn



LA NUBE

BURJ KHALIFA

OBJETIVO: LIGERO COMO UNA NUBE

COMPARACIÓN DEL PESO ESTRUCTURAL